日本水産学会誌

第二十巻 第三號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 20, No. 3, 1954

目　次

昭和二十九年
日本水産学会
The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

公　　告

水産食品分科会開催通知

日　時　昭和29年10月2，3，4日

第1日　2日（土）　9.00――17.00 研究発表　18.00――20.00 自由討論会（会費 200円）

第2日　3日（日）　9.00――17.00 水産食品の研究方向に関するシムポジウム

第3日　4日（月）　公開講演，見学（魚市場，東洋製罐，市内罐詰工場，附近名勝地等）の予定

場　所　静岡県清水市富士見町　罐詰会館

申　込　（1）　8月31日までに下記様式の葉書に記入お申込下さい。

（2）　研究発表される方は横書 400 字以内の要旨を同じく8月31日までに清水市富士見町，静岡罐詰協会内，水産食品分科会委員長村上芳雄氏にお送り下さい。

（3）　期限後の研究発表申込は受付けません。

（4）　宿泊料　　A……約 700 円　（市内 2 流旅館）

　　　　　　　B……約 300 円　（工場寄宿舎等をあてる予定）

備　考　第1日は，在来通りの研究発表とし，第2日は罐詰，冷凍品，煉製品，塩乾品等に関して，各食品別にどなたかに綜述風に話題を提供して頂き，研究者側業界側から，討論をねがい，今後の研究について方向づけることをねらいとします。

話題の提供について御希望がありましたら，題目と所要時間を8月31日までに，上記委員長宛お申込下さい。

注　意　本誌 20 巻 1 号折込公告中，講演申込 8 月 15 日まで，申込先，東海水研天野宛の項は取消します。

……………………キ……リ……ト……リ……線……………………

不要の事項を消して下さい。

氏名（フリガナ）	発表者に○印をつけて下さい。	整理番号
連絡先（住所）		所属機関
研究発表題目		所要時間　　　分
宿泊（共著者の方で宿泊希望の場合は人数を記入して下さい）	宿泊料　A（約 700 円）　B（約 300 円）	日の朝，昼，夕食から＿＿日の朝，昼，夕食まで
見学	参加	不参加
通信欄		

郵便はがき

五円切手貼付

靜岡縣清水市富士見町

靜岡罐詰協会 気付

日本水産学会

水産食品分科会

委員長 村上芳雄 行

イサキに関する二，三の知見

鈴木 明
（水産庁海洋第一課）

Notes on the "Isaki" *Parapristipoma trilineatum*

Akira SUZUKI

The following results were obtained by the morphometric measurements of the "Isaki" *Parapristipoma trilineatum*.

The relation between the body length and body weight is given by

$$W=0.0547L^{2.7234}$$

The relation between the scale-length and body length is given by

$$L=0.400S+1.399$$

The calculation value of body length show in the Table 1.

イサキ *Parapristipoma trilineatum* の魚体測定を行い体長と体重との関係式，肥満度，体長と鱗長との関係式並びに計算体長を算出した。又体側に表われる斑紋をも観察した。本研究に当り終始御指導を賜つた東海区水産研究所川名増殖部長に感謝の意を表する。

材料及び方法

1952 年 8 月から 10 月までの間に千葉，神奈川及び静岡県下で漁獲されたものを，東京中央卸売市場にて上旬，下旬に一回ずつ購入し，計 102 尾を測定した。体長は吻端から脊椎骨後端まで測定した。鱗の採取は体側中央部より正常鱗 10 枚ずつを取り，これを 3 %の苛性カリ溶液に浸しよく洗滌してから検鱗した。

研究結果

I 体長と体重との関係

イサキの産卵は内田（1923）[1] に依れば 6 月，7 月，8 月の夏季 3 ケ月との事であるから，充分魚体の消耗が回復されていない時期での材料であつた。体長（L）と体重（W）との関係は $W=0.0547L^{2.7234}$ で表はす事が出事る。(Fig. 1)

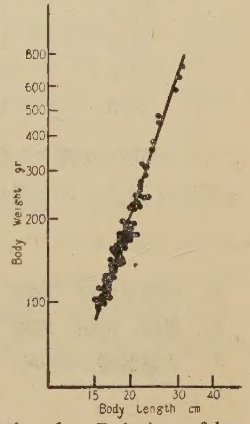


Fig. 1. Relation of between the body length and body weight.

II 肥満度

肥満度 $W/L^3\times1000$ の総平均値は 24.4 で体長の増大に伴う変化は少い。(Fig. 2)

III 体長と鱗長との関係並びに計算体長

材料の数も少く短期間の測定故年鱗と断定しないで休止帯の明瞭な輪紋を第 1 輪，第 2 輪……として核心から被覆部の鱗縁中心部に向つて micrometer をあて，鱗長並びに各輪紋長を測定した。

1954 年 3 月 1 日受理

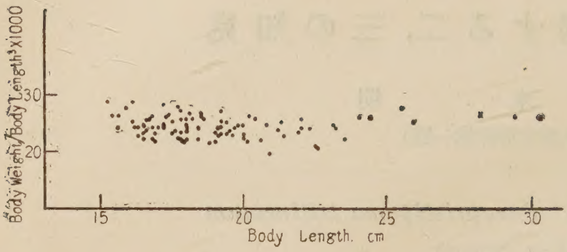


Fig. 2. Relation between the "weight-length relation" and body length.

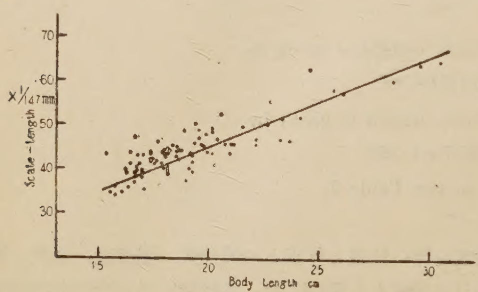


Fig. 3. Relation between scale-length and body-length.

体長（L）と鱗長（S）との関係は

$$L=0.400S+1.399$$

で表わす事が出来る。(Fig. 3)

尚第1輪，第2輪……の形成された時の計算体長を求め（Table 1）に示す。

Ⅳ　魚体側部の斑紋に就いて

イサキの斑紋に関しては内田（1928）[1] が稚魚期に於ける斑紋の形成に就いて報告している。又岡田，内田，松原（1935）は，体色は老幼或は季節によつてその色彩並びに斑紋の形態を異にする場合が多く，幼魚或は春夏の季節に漁獲されたものは，体側の斑紋は葉緑淡褐色で体側に三条の巾広い黄褐色の縦縞が見られると記載している。死後の経過時間と斑紋変化の関係に就いては観察出事なかつたが，魚体測定の際体長と斑紋との関係を見た処，体長 15 cm～20 cm の魚体では斑紋が明瞭に表われているが，体長 21 cm 以上では体長の増大につれ漸次不明瞭になり，体長 24 cm以上になると斑紋は消失し薄緑がゝつた褐色の地色を呈していた。又漁獲された場所によりその斑紋の明瞭さも多少異つていたが，イサキは根付魚故水色や濁度等によりその斑紋の色合や明瞭さも変るのでわないかと思われる。

Table 1. Calculation value of body-length

Average body length cm.	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	Number of individuals
15.5	12.3					3
17.4	11.5	15.0				42
19.6	11 8	15.4	17.8			40
22.6	11.6	15.5	18.1	20.9		8
29.3	11.3	16.2	21.5	24.5	27.5	3

文　献

1) 内田恵太郎（1928）：イサキの稚魚期，殊に斑紋の形成及び習性に就いて．水産学会報 5 (2) p 220
2) 岡田，内田，松原（1935）：日本魚類図説 p 157
3) 大島泰雄（1940）：脊椎動物大系"魚" p 510

マイワシの生長過程に関する研究—II. 與謝内海，久美浜湾におけるマイワシ体成分の変化

橘 高 二 郎
（京都府水産試験場）

Studies on Growth Process of Sardine, *Sardinia melanosticta* (T. & S.)—II. Variation of Body Components of Sardine in the Yosanaikai and Kumihama Bay

Ziro KITTAKA

The author reported in his previous paper that a remarkable difference in growth was observed between both sardines living under different environmental conditions each other, namely in Yosanaikai and in Kumihama Bay, Kyoto Prefecture.

To make comparison of body components among such sardines, for the first step, crude fat content of the fish in both areas was determined, and also, in order to trace the changes of body components during their growth, both crude fat and crude protein were examined of the Yosanaikai sardine through its growing period in summer.

Results obtained are as follows.

1. Fat content is found higher in sardines of Yosanaikai where fish growth is better than in Kumihama Bay. Difference of fish growth is considered to be caused mainly by the difference of plankton production between both areas.

2. Rate of increase of body protein and that of body fat in the sardines show a marked variation through their growth stages, the former exceeding the latter during the koba-stage, while the latter becomes higher than the former in the chuba-stage. The fat storage of the chuba-staged sardine seems to increase, especially soon after the end of summer season, when the water temperature begins to drop slightly.

著者は前報[1]において，マイワシが異つた水塊中に棲息するとき，その生長度に著しい相違がみられることを指摘したが，かゝる場合その体成分も異つているであろうことが考えられる。マイワシ体成分の変化が生殖行動，或は摂餌行動によつて著しい影響を受けることは福岡[2]，或は大谷等[3]の報告からも明らかであるが，これらの調査では一定の魚群を追跡することは不可能であるから，充分な考察を加え得ぬ憾があつた。著者は 1953 年夏季，与謝内海及び久美浜湾のマイワシについてその体成分の変化と環境条件との関係を調査したので，その結果を報告する。

研 究 方 法

与謝内海産マイワシは 8 月，久美浜湾産マイワシは 9 月が盛漁期であつて，この期間中にはほゞ系統的に

1954 年 2 月 24 日受理

試料魚を採取することができる。即ち適宜漁獲物中から約30尾をとり，体長を測定後，0.5 cm 間隔の体長頻度分布図をつくる(第1図)。そのモードの区間からほゞ同体重のもの数尾をとり，各魚体を一様に細挫し，

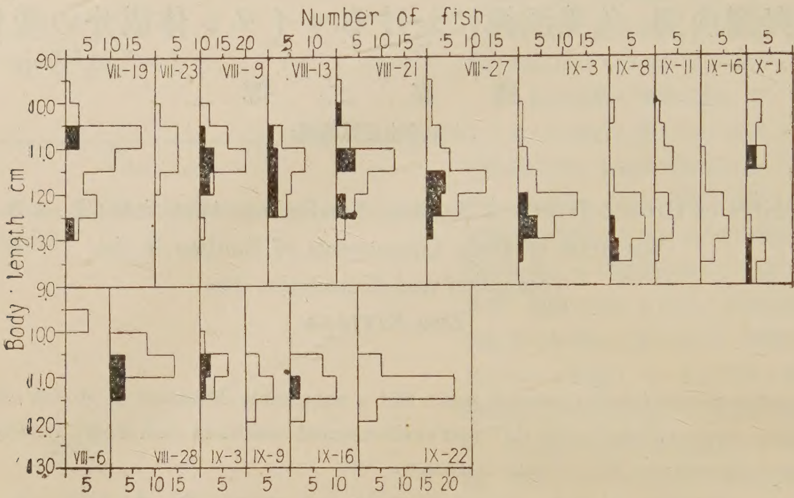


Fig. 1. Body length composition of sardine samples.
Upper : Samples caught in the Yosanaikai.
Lower : Samples caught in Kumihama Bay.
Number of fish determined the general components is shown by the black part.

各々について常法により水分，粗脂肪，粗蛋白を定量した。随時，体長の変異の大なるものを同様に処理し比較対照した。

また摂餌プランクトンの栄養価値を知るために，各回約 10 尾の摂餌量とそのプランクトン組成を調べ，更に多数個体から胃内容を採取して，水分，粗脂肪，粗蛋白を定量した。別にプランクトンの水平曳ネット採集を行い分析に供し，胃内容より得た組成と比較した。ネット採集による試料は直接マイワシ游泳層のプランクトンを表わしておらず，胃内容から得た試料は摂餌後の消化吸収と消化液の混入を受けている。しかし両者の関係を明らかにしておくことは，今後同様な調査を行うときに参考となる点も少くないと考える。

マイワシの生活機能は多分に環境条件の影響を受けている。環境条件の変動を知るために，与謝内海 8 月以後 9 月中旬までは 4 日毎，その他の期間及び久美浜湾では月 1～2 回の海洋観測を実施した。観測項目は前報とほゞ同様である。

結 果 と そ の 考 察

1. マイワシ体成分の相違 　既に知られている如く，マイワシ体成分のうち最も変化の著しいのは体脂肪であつて，体蛋白にはあまり変化はみられない。体長と脂肪含量の間には正の相関々係が存在しているが，そのうち小羽マイワシを比較すると，脂肪含量は与謝内海産マイワシに多く（第 2 図），蛋白含量は脂肪少い久美浜湾産マイワシに多い。これは両湾の餌料プランクトンの相違に原因していると考えられる。

餌料中の脂肪及び炭水化物は游泳その他代謝に必要なエネルギー源となり残余は体脂肪として蓄積され，餌料中の蛋白質はエネルギー源ともなりうるが大部分は体肉の構成にあずかるものである。与謝内海及び久美浜湾の出現プランクトンの蛋白含量は通常 40～60 %（乾物に対し）の範囲にあつて，プランクトン中コペポーダの占める割合が大きい程高く，単調な珪藻増殖が行われたときには 30 %程度に下り，増殖珪藻の減

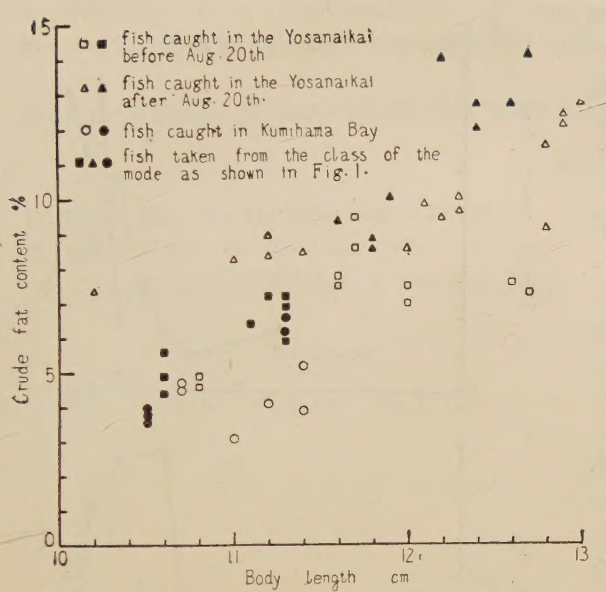


Fig. 2. The relation between the body length and the fat content of sardine.

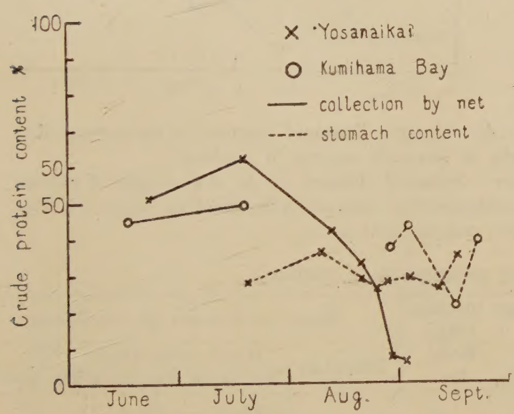


Fig. 3. Seasonal changes in protein content of plankton collected by horizontal hauls of net and obtained from stomach content of sardine.

衰期には6％という最低値を示した。しかしかゝる珪藻減衰の場合でもマイワシ胃内容プランクトンの蛋白含量はさほど低下せず，マイワシがこの異常珪藻増殖水塊の外に移動していることがわかる（第3図）。プランクトンのエーテル抽出物は珪藻増殖の盛期には 18.5％の非常に高い含量を示しているが，その減衰期には蛋白含量の減少と共に 1.5%に低下している。かゝる珪藻増殖の場合を除いてエーテル抽出を行うに充分な量を採集することは極めて困難であるが，マイワシ胃内容より得たプランクトンのエーテル抽出物は通常 5～14％の範囲にあつた。

餌料の効率はその性質，配合割合と摂餌量によつてきまるが，両湾小羽マイワシ胃内容より得た摂餌プランクトンの重量（第4図上半）及び組成はあまり相違がなく，環境水温の変化傾向も殆んど同一である。従つて両湾小羽マイワシが餌料より得るエネルギーも基礎代謝に消費するエネルギーも著しい相違は考えられない。しかし久美浜湾プランクトンの分布密度は常に与謝内海よりも粗であつて（第4図下半），久美浜湾マイワシは索餌游泳のためにより多量のエネルギーを消費しなければならないであろう。1953年の両湾小羽時期のマイワシ脂肪含量の相違はプランクトン量の差にもとづく游泳運動の相違によるのではあるまいかと考えられる。

2. マイワシ体成分の増生　第2図から与謝内海産マイワシは8月中旬をさかいにして系統を異にする2群の如くにわかれているのに気付く。即ち接近した体長群のうちでも体長ののびの比較的速かな小羽マイワシは脂肪蓄積が少く，体長ののびの比較的遅い小羽マイワシは脂肪蓄積が大であるようにみえる。小羽マイワシが水温上昇の時期に適するとすれば，その生活機能は水温の上昇の著しい8月中旬以後により活潑となるはずであつて，短期間のうちにも著しい増生をなし，従つて脂脂蓄積も大となりうるであろう。

第1図のモードが次の区間に移行する期間を区切つて，各期間毎の粗脂肪及び粗蛋白の1尾1日当りの増加量を第1表に示す。蛋白にくらべて脂肪増加の変動が著しい。夏季，小羽マイワシでは体蛋白の増生が体脂の増生を超えているが，中羽段階に入ると逆に体脂の蓄積が著しく体蛋白の増加を超えている。これが環

境条件と直接の関係を持たないことは，久美浜湾では9月上旬，与謝内海同様の珪藻プランクトン増殖がみられており且つほゞ同水温であるのに，小羽段階の久美浜湾産マイワシに蛋白の増加が脂肪の増加を超えていることによつても窺うことができよう。

与謝内海，1952，53 両年のマイワシの生長を比較すると小羽時期には殆んど相違がなく8月下旬には平均体長 11.6 cm に達している。1952 年のプランクトン量は 53 年より多量であるに拘らず，8月下旬以後の生長は 1953 年の方が速かである。1952 年，水温が最高に達したのは 9 月上旬で 3～6 m 層，28.4～25.5°C であるが，1953 年同時期の水温は 1～2.5°C 低く，海況全体が 1953 年にはより早く秋型に移行したことをあらわれしている。与謝内海の中羽マイワシはかゝる時期にその機能は最も活潑になり，体脂肪含量も極大に達してくるものと考えられよう。9月下旬以降は漁獲高も減少し系統的な追跡を続けることができなかつたが，11 月に漁獲されたマイワシ（体長 14.5—14.7 cm）の脂肪含量は 17.8—18.4 %の高値を保つていた。

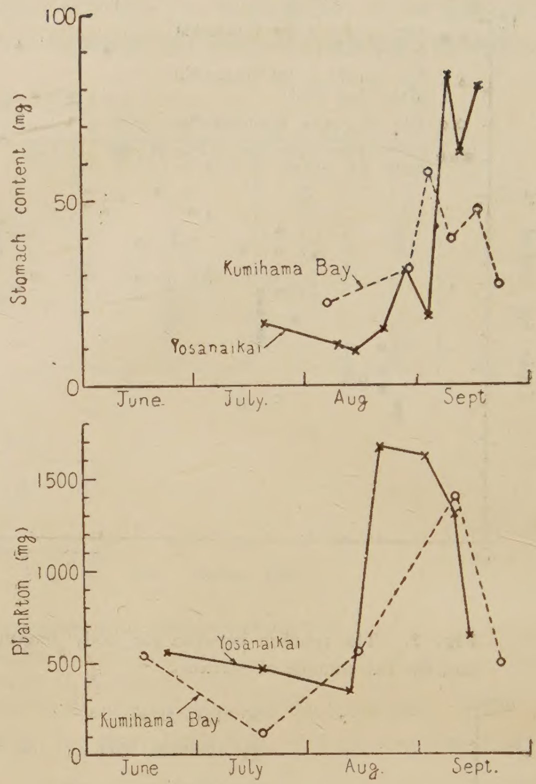


Fig. 4. Upper : Seasonal changes in the average dry weight of stomach content of sardine.
Lower : Seasonal changes in the dry weight of plankton collected by vertical hauls (0—6 m layer, KITAHARA's quantitative net).

摘　要

1953 年夏季，与謝内海及び久美浜湾産当才マイワシの一般成分の変化を調査した。

Table 1. Increase of body components of sardine.

Locality	Period	Average body length (cm)	Average body weight (gr)	Growth stage	Average increase a day (mg)		Some environmental conditions			
					Body protein	Body fat	Plankton	Water temperature (°C) 3 m. layer	6 m. layer	9m. layer
Yosa-naikai	19/VII -9/VIII	10.60 -11.27	13.05 -17.70	Koba	38	21	Copepoda	23.2 -25.9	20.4 -22.0	——
	10/VIII -27/VIII	11.27 -11.77	17.70 -21.67	Koba	40	39	Copepoda -Diatom	25.9 -26.7	22.0 -22.4	——
	28/VIII -3/IX	11.77 -12.40	21.67 -26.53	Koba -Chuba	80	176	Diatom	26.7 -27.5	22.4 -22.9	——
	4/IX -8/IX	12.40 -12.70	26.53 -30.30	Chuba	32	144	Diatom	27.5 -26.7	22.9 -23.6	——
Kumihama Bay	28/VIII -16/IX	10.50 -11.30	13.80 -19.00	Koba	45	30	Copepoda -Diatom	27.1 -26.8	22.8 -25.3	19.4 -21.2

1) 与謝内海のプランクトン分布は久美浜湾より密であつて，マイワシ脂肪含量も与謝内海産が大である。
2) マイワシ肪脂含量の増加は夏季の高水温時を経過して後，中羽マイワシに於て顕著となる。

終りにのぞみ御指導を賜つた東大松江吉行教授，御助言を与えられた京都水試東洋場長に厚く感謝する。

文　　献

1) 橋高：日水会誌，**19**，1083—1086，(1954).
2) 福岡：水産研，**31**，259—264，(1936).
3) 大谷・薄井・助川：日水会誌，**5**，303—310 (1937).

Note on a New Parasitic Copepod, *Caligus brevis* n. sp.

Sueo M. SHIINO
Faculty of Fisheries, Mie Prefectural University

The new Caligid Copepod to be described below was found on the body surface of the fishes of Labridae taken on the coast of Hamazima, Mie Prefecture, last summer. Other specimens belonging to the same species were discovered from the bottle, in which the fishes of Blenniidae and Scorpaenidae, collected at Sirahama, Wakayama Prefecture, were preserved. An exact record on the host name is, accordingly, lacking in this case. Both the lots are retained in Mie Prefectural University*.

Caligus brevis n. sp.

Hosts and specimens: Found on the body surface of 3 species of Labridae at Hamazima: 20 ovigerous and 6 non-ovigerous females and 14 males on *Pseudolabrus japonicus* (Houttuyn); 5 ovigerous and 5 non-ovigerous females and 6 males on *Duymaeria flagellifera* (C. & V.); 1 non-ovigerous female on *Halichoeres poecilopterus* (T. & S.). From Sirahama, 4 ovigerous females and a male. Following descriptions are based on a female and a male on the first named host from Hamazima.

Transparent, colorless, but sparsely spotted with brown pigment all over the body, eye brown, and egg strings pale pinkish. Entire length of female including egg strings 4.55 mm, body excluding caudal rami 3.08 mm × 1.86 mm, egg strings 1.71 mm long; male excluding caudal rami 2.48 mm × 1.53 mm (Figs. 1 & 2).

Female: Stumpy. Carapace 2/3 the length of body, as long as wide, with largest diameter at posterior 1/3 of its own length, and well curved on sides. Frontal plates a trifle wider than than half the entire width, with a short spinule just inside the lunule of each side. Cephalic area slightly shorter than thoracic area and with eye about its centre. Transverse groove slightly arched forwards and longitudinal ones divergent backwards. Median lobe extending back beyond lateral lobes, with evenly round margin, but somewhat angular at each corner. Sinuses oval, open backwards. Fourth thoracic segment very short, 1/4 as wide as carapace, contracted in front, and entirely fused behind with genital segment, though demarked from it by insigni-

Received February 2, 1954.

* This is a part of the results of the studies progressed by the financial aid from the Scientific Research Fund of the Department of Education.

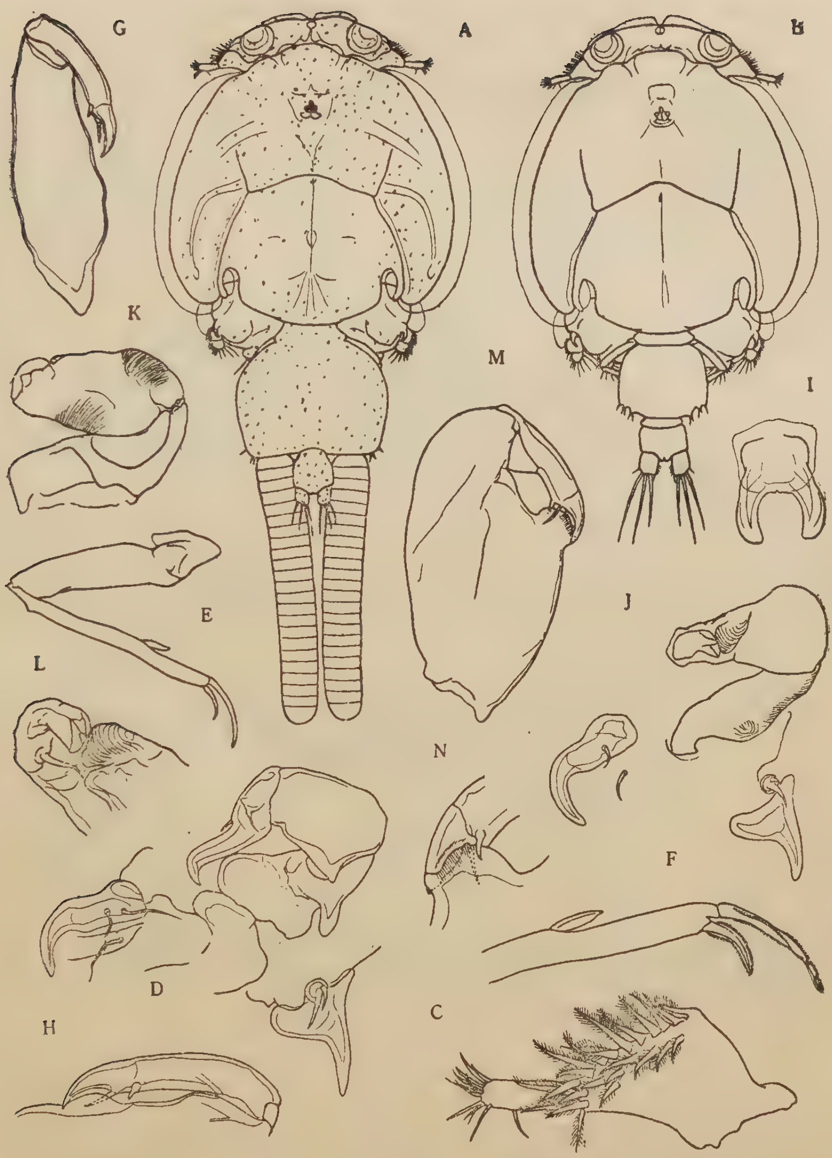


Fig. 1. *Caligus brevis* n. sp.

A, female, dorsal view; B, male, dosal view; C-I, female; C, 1st antenna, ventral view; D, 2nd antenna, 1st and 2nd maxillae in situ; E, 1st maxilliped; F, tip of same; G, 2nd maxilliped; H, same, finger and inner margin of palm, further enlarged; I, sternal fork; J-N, male; J, 2nd antenna, 1st and 2nd maxillae in situ; K, 2nd antenna, anterior face; L, tip of same, further enlarged; M, 2nd maxilliped; N, same, tip of finger and tubercle on palm, further enlarged.

A ×21, B ×24, C, D, G, I-K ×108, E ×75, F, H, N ×153, L ×186, M ×92.

ficant notches just back of limb bases. Genital segment about 2/5 as long as carapace, wider than long, being widest at anterior 1/3 of its length. It rapidly narrows forwards from the widest region, having well-curved margins, but only slightly backwards with straight sides. Posterior border insensibly emarginate, ending in angular corner on either side. Abdomen 2/5 as long as preceding segment, longer than wide, somewhat narrowed in front, and V-shaped behind. Egg strings slightly shorter than carapace.

First antennae with relatively long plumose spines on basal joint. Claw of 2nd antennae with curved apex and 2 short spinules as usual; basal joint carrying blunt, unguiform posterior process. First maxillae bent at a right angle; 2nd maxillae with broad base and filiform apex. Distal joint of 1st maxillipeds provided, a short distance behind its tip, with an apically pointed, foliaceous lobe. Palm of 2nd maxillipeds 1/3 as broad as long, fusiform, with an inconspicuous, lunular crest about the centre of inner border. Finger not much curved, closing down past the named crest on palm, and carrying 2 spinules. Branches of sternal fork lanceolate, concave towards each other, forming together an incomplete ring which embraces a circular central space; their apices blunt and their bases united into a quadrangle. Numbers and arrangement of spines and setae, with which 4 pairs of natatories are armed, will be shown by the following table: **

Leg	Border	Sternal plate	Protopodite		Exopodite			Endopodite		
			I	II	I	II	III	I	II	III
I	outer		1p		1h	4h				
	inner		1p		c	3Q				
II	outer			f, 1p	f, 1H	1H	2H, 1Q	c	c	c
	inner	f	1P	f, 1s	c, 1P, c	c, 1P	5P	1P	c, 2P	6P
III	outer		f, 1P		1H′, c, 1H	c, 3H			c	
	inner	f	1P, f, 2s, c		1P	4P		1P	c, 6P	
IV	outer		1p		1H	3H				
	inner									

First legs with a short rudiment of endopodite. Plumose spines on apical joint bear a row of setae along inner border, while a narrow membrane, traversed by oblique striations, along outer border, retaining setae only in a short basal part. Terminal spines on the same joint slender, subequal in length, central 2 of them

** Abbreviations in the table: c, row of hairs; f, membraneous flange; H, longer spine; h, shorter spine, ; H′, hook-like spine; P, longer plumose spine; p, shorter plumose spine; Q, spine hairy on one side, rimmed with membrane on the other; s, solitary hair. Roman numerals indicate the numerical orders of the legs, or of the joints, and Arabian ones the number of spines, or others present on each of them.



Fig. 2. *Caligus brevis* n. sp.

A-H, female; A, 1st swimming leg; B, tip of same in Sirahama specimen, further enlarged; C, 2nd leg; D, 3rd leg; E, 4th legs; F, same, end of apical joint, further enlarged; G, postero-lateral region of genital segment, ventral view; H, caudal ramus, ventral view; I, male, postero-lateral region of genital segment, ventral view.

A, C-E, H, I ×103; B ×330; F ×438; G ×75.

divided at their apices into 2 branches, closely appressed together. Of external spines on 3rd exopodite joint of 2nd legs, basal one short, simple, succeeding one with a lunular rim on inner border, and terminal one much longer, rimmed on the outside, but setose on the inside. Exopodite of 3rd legs 2-jointed, somewhat apart from 1-jointed endopodite, whose basal joint is largely fused with protopodite ; hook on the former with narrow external rim. Last legs short, 3-jointed. Terminal spines decrease in length successively from within outwards, the longest being more than twice the shortest ; each of them accompanies at the base an oval, finely pectinate lamina. Spine on 2nd joint equals to the middle one on 3rd joint in length, but lacks basal lamina. Genital segment has 2, short, plumose spines at each postero-lateral angle and another similar one on lateral margin a little forwards ; it is doubtful if they represent 5th leg rudiments. Caudal rami short, as long as broad, armed with 3 longer and 3 shorter plumose spines ; the latter lot arranged 2 at outer distal angle and 1 at inner angle. Inner border of the rami ciliated.

Male : Shorter than female. Carapace and 4th thoracic segment resembling those of that sex in outline, but the latter distinct from succeeding segment and with wedge-shaped sides. Genital segment quadrate, 1/4 as long as carapace, and a little shorter than its own width. Two sides almost parallel, but curved inwards at anterior ends. Posterior border serrated on either side, bearing 3 conical papillae arranged side by side ; outermost of them tipped by a short, plumose spine, and others by 2. Abdomen half as long as genital segment, wider than long, somewhat narrowing forwards, 2-segmented ; 1st segment transversely linear like 4th thoracic, but smaller ; 2nd quadrilateral, with distinct anal papillae.

Terminal joint of posterior antennae a stubby claw, having broad end, rugged surface, and a short, basal spine. Second joint raised on ventral surface near the end to form a triangular bulge, covered with parallel striations ; it has further 2, similar areas on anterior face, one along upper border close to the base, and the other along lower border about the middle. Basal joint also striated along lower border on posterior face. Palm of 2nd maxillipeds obovate, harf as wide as long, inner border with an eminent, molar-like protuberance, carrying a small, acuminate secondary process at the hind end. Finger thick, strong, and with 2 spinules, which hold between themselves the named protuberance of palm. Caudal rami as in female, but with longer spines. Otherwise as in that sex.

Remarks : Sirahama specimens are smaller than those described above, the largest female measuring 2.68 mm × 1.08 mm and the male 2.03 mm × 1.48 mm. Middle 2 of the terminal spines on the apical joint of the 1st legs are distinctly bifid from the middle of their lengths as illustrated in Fig. 2, B. Lengths of egg tubes in Hamazima specimens are variable, ranging from one and a quarter times the carapace length to

7/10.

In the female having very short abdomen and cordiform genital segment, which is fused with the 4th thoracic one, the new species is nearly allied to *Caligus oviceps* SHIINO[4], *cordiventris* SHIINO,[4] *atromaculatus* WILSON[7], *parvus* BASSETT-SMITH[1], *minimus* OTTO[2], *balistae* STEENSTRUP & LÜTKEN[5], and *schistonyx* WILSON[6,8]. It is distinguished from the first of them by the more powerful 2nd maxillipeds of the female, by the simple terminal claw of the male 2nd antennae, and by the different arrangement of spines on the male genital segment, from the second by the non-serrated spines on the first 2 exopodite joints of the 2nd legs and by the disposition of spines on the 4th legs, and from the third by the shape of the sternal fork, by the 3-jointed 4th legs, and by the genital segment which is wider than long. The new species is less close to the rest of the named species, differences in the outline of the genital segment being greater. In this point, it resembles *alatus* HEEGAARD[3] in both the sexes, but the segment is distinct from the 4th thoracic one in the female of the latter. The 2 species are different further in the constitution of the sternal fork and of the 2nd maxillipeds.

References

1. P. W. BASSETT-SMITH: Ann. Mag. Nat. Hist., (1) **1**, 1—17 (1898).
2. A. BRIAN: Ann. Mus. Civ. St. Nat., **57**, 152—211 (1935).
3. P. E. HEEGAARD: Ark. f. Zool., **34 A**, no. 18, 1—37 (1943).
4. S. M. SHIINO: Rep. Eac. Fish., Pref. Univ. Mie, **1**, 79—113 (1952).
5. J. J. S. STEENSTRUP & C. F. LÜTKEN: Videns. Selsk. Skr. 5te R., Naturh.-mathem., **5**, 343—432 (1861).
6. C. B. WILSON: Proc. U. S. Nat. Mus., **28**, 479—692 (1905).
7. .... : Ibid., **44**, 189—227 (1913).
8. .... : Bull. U. S. Nat. Mus., **158**, 1—633 (1932).

アコヤガイの生理的研究—I*.
心臓搏動に対する稀釋海水の影響

川本信之・元木英輔
(三重県立大学，水産学部)

Influence of diluted sea waters on the heart beat of Pearl Oyster. "*Pteria Pinctada matensii* (DUNKER)".

N. Y. KAWAMOTO and E. MOTOKI

The heart beat of pearl oysters grows feeble hastily in the diluted sea water of 1,0030 specific gravity, and pulsated at least for 5—6 hours in the salinity of 1,0040 sp. gr., while in the sp. gr. from 1,0050 to 1,0070, it is ascertained that the heat can move 24 hours over.

On the experiment of survival time of each shell in the various salinities of sea water, some which, were in the sp. gr. of 1,0070, opened by the loss of their activities after 39 hours and others did not open which were in more diluted sea water in such cases as of sp. gr. of 1,0030 and 1,0050 in the same conditions. Therefore, these experiments exhibit no coincidence with each other.

From these experiments, it is concluded that the heart pulsation shows simply or directly its activity in the diluted sea water, while many other physiological conditions of the individual pearl oysters take part in the survivality of the shell from these facts. It is supposed that they are possible to live over 39 hours even in the diluted sea water in such cases of sp. gr. of 1,0050 to 1,0030.

緒　言

従来行われた真珠研究の多くは主として形態学的研究であつた。これは基礎的に必要な研究ではあるが，確固たる形態学に立脚した生理学的研究が行われてはじめて真珠養殖業者に被益せしむる事が多いと信じ本研究に着手した次第である。

本研究は三重県賢島に於ける島村真珠養殖場と的矢湾にある日本真珠研究所第三分室とで行われたもので研究に当り島村真珠養殖場主島村勝雄並びに駒城東一の両氏，及び日本パール社長磯和楠吉氏，日本真珠研究所長松井佳一博士に篤き支援を受けた，こゝに深謝の意を表する。

研究方法

動物の心臓の研究にはそれを動物体から摘出して其の搏動状態を観察することは脊椎動物でも無脊椎動物でもよく行われる方法である。軟体動物，特に二枚介の場合には外界の海水濃度が介体の血液濃度と或程度相関々係にある事実が，環境海水の変化に起因する，介体の生理変化が心臓搏動で直接示される点に於て極めて意義ある現象である。然しアコヤガイに於てかゝる研究は従来全く行われていなかつた，筆者はアコヤガイ *Pinctada martensii* (D.) の生理を研究するに当り先ず心臓搏動を以つて本研究に着手した。本研究

1954 年 5 月 17 日受理 (印刷費負担)

* 日本真珠研究所業蹟第 23 号

は可及的自然状態に接近して研究するため心臓を完全に摘出しないで心室の一端に絹糸を結び，其の外端を切り離したのみで他端即ち心耳は介体に附着せしめたまゝ運動状態を Kymograph 上に描写したもので，此の際の使用した槓杆は三倍の拡大であつた。アコヤガイの心耳は二個あり，左右相隔てゝ存在する為め此の部分に糸を結んで研究をする事は困難であり行わなかつた，又種々稀釈海水を 200 cc とり此の中に左殻をつけたまゝの介体を入れて心臓の影響を観察し随時海水を置換して変化を調べた。

実　　験

A.　塩分濃度と心臓搏動との関係

第1実験　先ず大体如何なる程度の海水稀釈で如何なる状態を呈するかを知るために本実験を行つたもので普通海水から稀釈海水にと次第に稀釈度を増して 1/10 までして後，普通海水にかへて概略の状態を観察した。(Table 1，Plate I，Fig. 1，Text fig. 1 参照)

本実験結果は 1/6 稀釈に於て可成り搏動状態の変化を来し 1/7 に於て急速に搏動減弱し，1/10 にて短時間に全く停止した，然し 3 分間後に普通海水に移した処直ちに活動力は恢復した。本実験は各々 3～10 分間と短時間の実験であり，次ぎ次ぎと濃度の変つた稀釈海水を与えるものであり極めて大略の傾向を見るに止まり，恐らく長時間の実験によれば更に可成りの変化を示す事は勿論であると考える。尚此の実験に際し海水の比重 1.017，pH 8.0，水温 26～28°C，実験室温 30°C であつた。

第2実験　前実験と同様の目的であるが稀釈海水に移す前に普通海水中で充分恢復せしめることゝし且つ作用時間も 20～30 分間に於ける影響を見た，其の結果は Table 2 及び Plate I，Fig. 2 に示す。

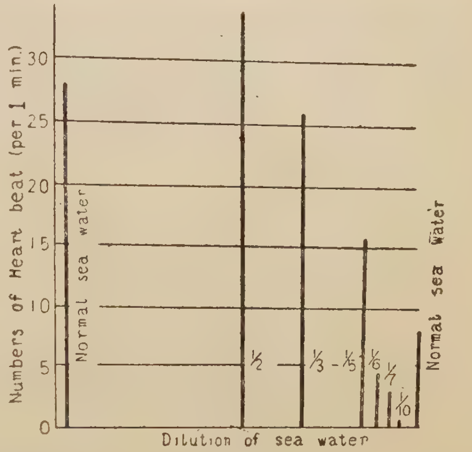


Fig. 1.　Showing influences of various diluted sea waters on the heart beat of pearl oyster.

Table 1.　Showing influences of various diluted sea waters on the heat beat of pearls oyster.

Kind of sea water	Heat beat (per 1 min)	Ampltudes (average)	Remarks
1.　Normal sea water	28—30	7 mm.	——
2.　1/2 diluted sea water	35	about 9 〃	One large motion in thre.
3.　1/3　〃　〃	24—22	〃 8 〃	Getting decrease in heart beat.
4.　1/5　〃　〃	15—14	〃 10 〃	Comparatively regular.
5.　1/6　〃　〃	5—7	8—5 〃	Irregular.
6.　1/7　〃　〃	5—2	5—4 〃	——
7.　1/10　〃　〃	None	5—4 〃	No beat
8.　Normal sea water	7—10	7 〃	Getting recover.

此の結果によれば 1/4 稀釈海水，比重 1.0030 中に於て次第に其の活動力を減退し長く生存し得ない様に推測された。

Table 2. Showing the influences of diluted sea water on the heat beart of pearl oyster. (Water temp. 26°C.)

Kind of sea water	sp. gr.	Heart beat (per 1 min.)	Amplitude	Remarks
1. Normal sea water	1.0160	17—19	8 mm.	8 min.
2. 1/4 diluted sea water	1.0030	20—17—13	7 〃	Getting irregular, 20 min.
3. Normal sea water	1.0175	13—20—18	5 〃	10 min.
4. 1/5 diluted sea water	1.0025	Irregular 9—3—2	7—3 〃	Decreasing actiuity gradually.
5. Normal sea water	1.0175	After 5 min. 20	Gradually regular.	Irregular at first.

第 3 実験　心臓搏動力に対する稀釈限界決定のため実験を行つた，結果は Table 3 に示す。

Table 3. Showing the relationship between heart activity and dilution of sea water at water temp. 24—25°C.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0172	Heat beats normally.
2. 1/5 diluted sea water	1.0025	Became irregular.
3. 1/6 〃 〃	——	Specific gravity could not be determined.
4. 1/4 〃 〃	1.0040	Observed decrement of its activity.

本実験結果よりして稀釈海水比重 1.0040 即ち 1/4 稀釈に於て既に活動力の急速減衰を認められた。

第 4 実験　前実験を更に確めるために本実験を行つた，前夜降雨のため平常海水の比重は著しく低下した。

Table 4. Showing the relationship between heart activity and diluted sea water at water temp. 25.5°C.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0145	Heart beats normally
2. 1/3 diluted sea water	1.0035	Getting decrease its activity after 20 min.
3. 1/4 〃 〃	1.0025	Became feeble its activity.

本実験により比重 1.0035 稀釈海水即ち此の場合 1/3 稀釈に於て急速減衰状態を呈することが認められた。

第 5 実験　本実験も前数回の測定結果を更に確認するために測定を行つた。

Table 5. Showing the relationship between heart activity and dilution of sea water at 27.5°C. of water temp.

Kind of sea water	sp. gr.	Remarks
1. Normal sea water	1.0160	pH 8.0 (C.R), beats 13, ampli. 10 mm.
2. 1/2 diluted sea water	1.0070	pH 7.6 (C.R.), beats 12—10, ampli. 12 mm.
3. 1/3 〃 〃	1.0040	pH 7.4 (C.R.), gradually irregular after 30 min.

此の測定に於ては比重 1.0040 に置換した処約 30 分間極めて快調であつたが，其の後乱調に変じた。此の比重の稀釈海水に入れたのは 8 月 7 日午後 3 時で，同 7 時まで乱調とは云へ搏動をつゞけていた，而して

翌朝9時には死亡していた事実からして此の場合少くとも 5〜6 時間は確実に生存し得たと推定し得るものである，而も7時以後は同比重の 3l. 稀釈海水中に移して置いたゝめ酸素不足或は排泄物蓄積等の原因で死亡したのではなく低比重による滲透圧低下が直接の原因をなしたものと思推される。

第6実験　実験 6，7，8 及び 10 は的矢湾三ケ所で測定したものである。先ず普通海水比重 1.0200，pH 8.4，水温日中 21°C の状態下の測定である（Plate Ⅱ，Fig. 3 a，b 参照）常態の心臓搏動を描写した後 12h45′，比重 1.0050（蒸溜水を以つて海水を稀釈し毎回の実験には海水 500 cc. を使用した）の稀釈海水を以つて置換した。搏動は正確に規則的ではないが 30 秒に 7〜8 回の周期が示されてい，これが時間の経過と共に次第に不規則になり，1〜2 回の搏動後に 10〜15 秒の休止状態が現れたのは 13h45′ 頃からであつた。(Plate Ⅱ，Fig. 3. a，Exp. A〜1，A〜2 参照)，而して 15h40′ になると（同，Fig. 3. a，Exp. A〜3）突起状振幅が消失し僅かな動きがやゝ規則的に見える様になつた。

此の運動と共に心臓は他緩し調子は低下して曲線は基線に接近しついには基線下に移行するまでに至つた（同，Fig. 3，Exp. A〜4)。其の後搏動は益々微弱となり周期は延長した（同，Fig. 3，Exp. A〜5，A〜6，A〜8 参照)。かくして翌朝5時には周期は1分から1分 30 秒に延び（同，Fig. 3. a，Exp. A〜9)，同 12 時（同，Fig. 3，a，Exp. A〜12，6，Exp. A〜13）には，かすかな微動を認め得る程度となり，14 時には全く停止した。(同上，Fig. 3，b，Exp. A〜15)。

こゝで常態海水（比重 1,0202，水温 21°C）に置換したが 15h に至るも復活しなかつた（同，Fig. 3，b，Exp. A〜18)。

即ち本実験に於ては常態海水に生存していたアコヤガイの心臓を蒸溜水で海水を稀釈し 1.0050 の比重とした中へ入れ其の搏動状態を観測した結果は水温 21°C〜16°C〜21°C. の変化中に於て，26 時間確実に生存し得，それ以後常態に置換しても復活は認められなかつた。

第 7，8 実験　常態海水中で心臓搏動を Kymograph 上に描写した後，比重 1.0030 に置換した処第7実験では 30 分，第8 実験では 70 分で搏動は全く停止した，そこで直ちに常態海水にと置換した処，共に搏動は再現し活潑になつたのが観察された。此の結果から見ると比重 1.0030 では約1時間前後で搏動は停止するが常態海水に返せば生活力は確実に恢復する事が認められた。

第9実験　8月8日午前 10 時常態海水，比重 1.0170 に於て心臓搏動 26 回，振幅 3 mm. であつたものを比重 1.0070 に置換したところ搏動 32 回，振幅 12 mm.〜22 回，3 mm.〜14 回，5 mm. に移行し7時間後には 15 回 10 mm. となり翌朝午前9時に於ても尙 1.0070 比重海水中に運動を持続した，こゝで 1.0170 なる状態海水中に換えた処，その活力は次第に恢復して活潑になつた。

以上第1から第9実験までを総括するに大体次のことが云えよう。

(1)　比重 1.0030 に於ては第 2，7，8 実験に見る様に置換後急激に搏動減弱し約1時間前後で搏動は停止した。

(2)　比重 1.0040 に於ては第 3，5 実験に於て見る様に置換後 5〜6 時間は生存し得た。

(3)　比重 1.0050 に於ては第6実験の様に置換後 26 時間生存し得た。

(4)　比重 1.0070 に於ては第9実験に於ける様に 25時間後に平常態の海水に置換した時には水温 26°〜27°C に於て次第に活力を恢復した。

B.　塩分濃度と介個体の生存状態

A 実験に於ては総て介の心臓による搏動状態の描写による塩分濃度の影響を測定したものであつたが B 実験に於ては介個体が如何なる状態に変化するかを諸濃度海水に於て観察して両実験結果を比較し考察しようと企てたものである。

先ず A 実験結果を参考として (a) 比重 (σ_{15}) 1.0030，(b) 1.0050 及び (c) 1.0070 の三種濃度海水各 1l. 宛を調製し之を入れた三個のビーカーに各ゝほゞ同大のアコヤガイ各二個を殻表面を清掃して静置

しいずれが最も早く開口するかを観察した。A実験結果からすれば恐らく（a）が最も早く開殼し（c）が最後まで閉殼し続けること丶推察した。然るに実験の結果は三回の実験に於て共に（c）即ち三種の内最も高比重の稀釈海水中のものが水温 26°～28°C. に於て各ゝ 38，39，39 時間後に至り共に最も先に開殼して（a），及び（b）は各実験とも右時間に於て開殼するものは一つも見られなかつた。此の際（c）中のアコヤガイの外套膜縁は収縮状態を呈していたが（a），（b）内の介は開殼器で開いて検べた結果両者共皆外套膜は充分伸長していた，機械的刺戟に対しては両者共反応は見られなかつた。そこで此の三種の介を同時に常態海水に移した処，24 時間後には皆完全に活力は恢復し元気旺盛となつたのが観察された。

考　　察

A 実験の結果比重 1.0030 の稀釈海水では心搏膊動は急激に減弱しはじめ 1.0040 では 5～6 時間，1.0050 以上 1.0070 に於ては 24 時間以上生存し得る事が知られた。然るに B 実験では 1.0070 のものが最も早く閉殼能力を失い，より稀釈された海水中の個体が 38～39 時間閉殼し続けた事実は A 実験の結果と全く相反している事が認められた。これは心臓搏動の結果は単純な稀釈海水中の生存力を示したもので B 実験は介個体即ち心臓以外の部分，特に介殼による外界との遮断能力が協力して生命保持につくした結果であると看るのが至当であると考える。換言すれば介殼の閉鎖によつて稀釈による悪条件を避け得た結果が大であると考える。即ち稀釈海水に入れた介は右殼は其の軟弱な殼の周囲を左殼の内側に密着させて極めて厳重に稀釈海水浸入を防いでいる状態からも推察される。

然らば何故 1.0070 海水が最も早く開殼しより稀釈海水中のものが閉殼し続けたかに就ては，稀釈度大なる方が濃度による滲透圧の差が大であり従つてこれに投ぜられる際の介体に対する突然の滲透圧差による刺戟は（a）より（b）（c）の実験水中の場合の方が大であつた丶めに殼閉鎖が厳になつた結果と推察せられる。尚本件については更に実験を重ねて後日報告しようと考える。

結　　び

アコヤガイの心臓搏動標本に於ては海水稀釈度の大なる程搏動停止の時間が速かに現われる，比重 1.0030 に於て 1 時間，1.0040 で 5～6 時間，1.0050～1.0070 に於て 24 時間以上である事が水温 26～28°C. に於いて観察された，又介個体の稀釈海水中に於ける生存能力は本実験の範囲内に於ては 1.0070 比重の海水に於けるものが最も早く開殼し 1.0050 及び 1.0030 の比重のものは更に生活力を保持し得る様な結果が見られた，これは介体に対する突然の滲透圧差によつて生ずる刺戟の大小により介殼閉鎖防禦作用が行われる事と推察される，此の問題は降雨による海水稀釈に起因するアコヤガイ斃死の問題解決の緒となる可きものと考えられる。

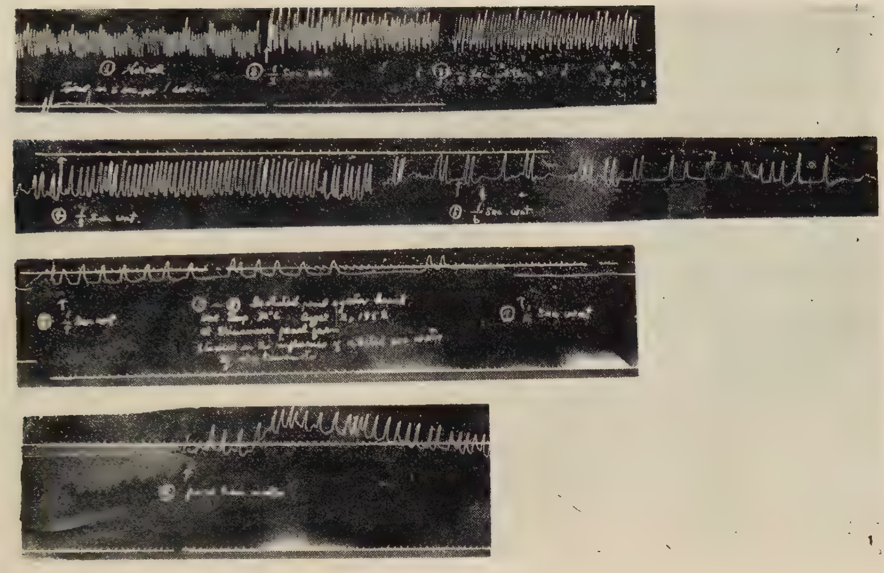


Plate I. Fig. 1. The influences of various diluted sea waters on the heart beat of pearl oyster.

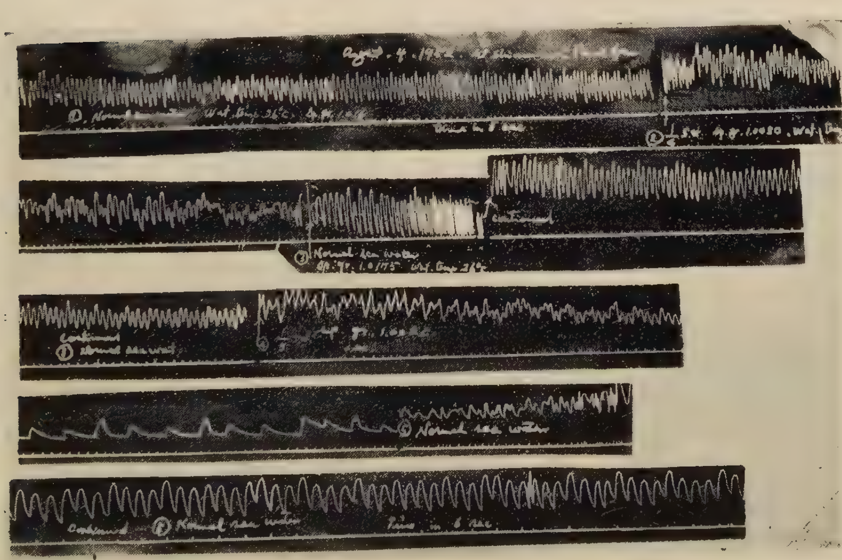


Fig. 2. The long time experiments of the influence of diluted sea warters on the heart beat of pearl oyster.

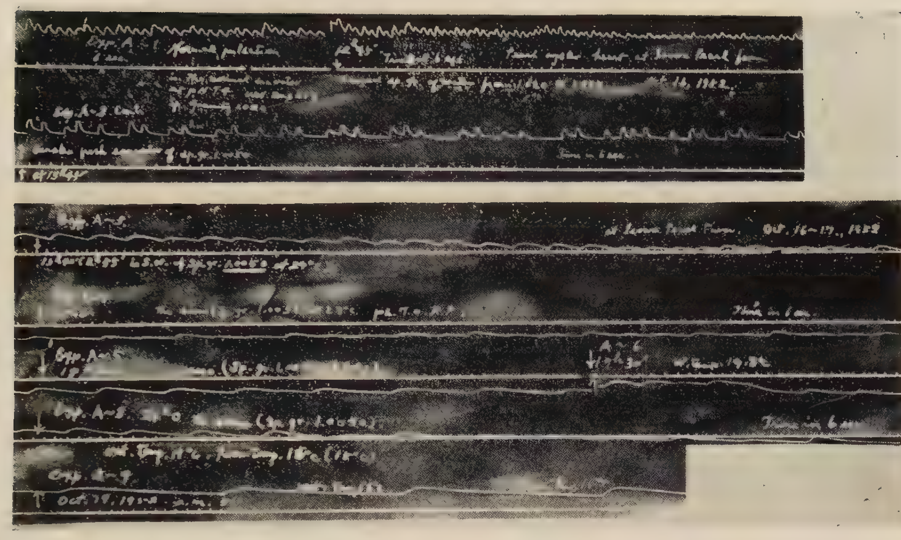
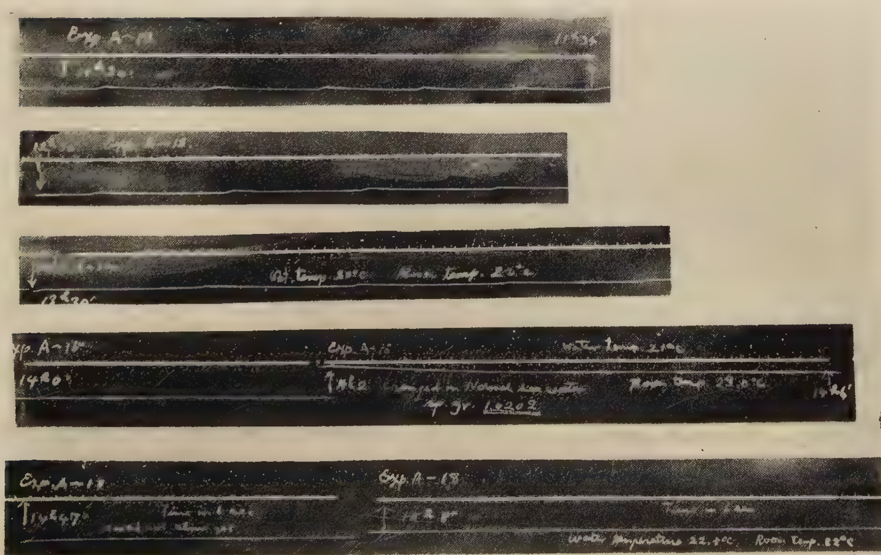


Plate Ⅱ. Fig. 3. a. On the determination of the survival time of the heart of peal oyster in the sea water which is adiusted in 1,0050 sp. gr. by adding distilled water.



b. The same as above

海藻の生化學的研究—Ⅱ*

斗ケ沢宜久・峯 泰三
（岩手大学農学部）

Biochemical Studies on the Marine Algae—Ⅱ.

Yoshihisa TOGASAWA and Taizo MINE

The chemical constituents of *Alaria crassifolia* KJELLM. were studied comparatively in blades and sporophylls.

1. Crude protein, crude fat, crude fiber and ash, except N.F.E., were found to exist more in quantity in sporophylls than in blades, while the total ash exist more in blades than sporophylls. Among the total ash, CO_3, K, Na, Cl, I and Br were proved to exist more in blades while SO_4 more in sporophylls.

2. Alginic acid was proved to exist more in quantity in blades, and laminarin more in sporophylls.

3. The nitrogen compounds were investigated after van SLYKE's method. As results, mono-amino-form nitrogen was proved to exist plentifully in both blades and sporophylls, while ammonia-form exists more in blades, and diamino-form more in sporophylls.

海藻成分は種類により産地により又季節によつて組成に相違があり，例えばアルギン酸は LUNDE 氏[1] によれば3月頃が最大で 30％位，10 月頃が最小で 10％内外，又ラミナリンは反対に 3～4 月頃には殆んど無く夏から秋にかけて増大すると。アサクサノリの蛋白質は 1～2 月頃が最大で，アヲノリは富士川氏[2] によれば 12～2 月頃が最大であると。又無機物中沃度含量も季節的に変動があり富士川氏[3]によれば朝鮮産アマノリの沃度含量は 12 月に最大量を示し以後漸次減少すると。

其の他田所氏等[4] は昆布，若布，アヲノリ，ギンナン草等に就き種類別，産地別，季節別の各成分の変化移動を報告し，福原氏等[5] は余市産ホソメ昆布成分の季節的変化に就いて6月下旬から6月上旬にかけて可溶性無窒素物及びマンニットが増加し，アルギン酸，粗蛋白質，無機物，沃度，加里等は減少する事を報告している。

又海藻個体間の相違或ひは同一個体に於ても部位による相違があり HOAGLAND 氏による褐藻類の幹と葉の中の窒素の分布の比較，BALCH[6] 及び HENDRICK 氏等[7] による褐藻類各部位に於ける無機組成等の比較した結果が報告されている。

又著者等の一人[8] はかつてチガイソの成実葉部と長葉部の不揮発性脂肪酸組成を比較し長葉部には主として高級の不飽和脂肪酸，成実葉部には主としてミリスチン酸やパルミチン酸等の固体脂肪酸よりなる事を報告し又第一報[9] に於てワカメに就き同上両部位間の各成分上の相違を明らかにし之を報告した。

此の度はチガイソに就きワカメの場合と同様に成実葉部と長葉部に分かち両部位間の組成上の相違と海藻の生理化学上の特性を明らかにせんとし一般成分，無機組成，各種窒素の形態，アルギン酸，ラミナリン等に就き比較試験を行つた結果を報告す。

---

* 昭和 27 年 11 月 29 日第4回日本水産学会東北支部会に於て講演 1954 年1月 21 日受理

実 験 の 部

実験に用いたチガイソ (*Alaria crassifolia* KJELLM.) は岩手県三陸沿岸に産するもので昭和26年6月に採集し，実験室で更に真水で洗滌後日乾し之を成実葉部と長葉部に切り離し各々を細断し通風乾燥器で 55°C で乾燥したものを実験に供した。

1. 一般成分に就いて

チガイソの上記両部位の一般成分を常法により分析した結果を示すと第1表の通りである。

Table 1. Chemical composition of the blade and sporophyll of *Alaria crassifoli* KJELLM.

	Sporophyll		Blade	
Moisture	10.60	——	10.88	——
Solid matter	89.40	100.00	89.12	100.00
Crude protein	14.50	16.18	17.37	19.50
Total N	2.32	2.59	2.78	3·12
Protein-N	1.30	1.45	1.54	1.73
Nonprotein-N	1.02	1.14	1.24	1.39
Crude fat	1.00	1.12	1.60	1.79
Crude fiber	2.75	3.08	5.39	6.05
N.F.E.	61.93	69.31	48.66	54.50
Ash	9.22	10.31	16.10	18.06

上表により両部位の成分を比較して見ると灰分はワカメの場合と同様に長葉部に著しく多く，全窒素並びに全窒素中の蛋白態窒素，非蛋白態窒素，其の他の粗脂肪，粗繊維等も長葉部に大なる含量を示している。

2. 無機成分に就いて

両部位を常法に従いマッフル炉で燃焼せしめ之に蒸溜水を加えて煮沸濾過し，残渣を熱水で Cl イオンの完全に消滅するまで洗滌し可溶性灰分を完全に抽出し SO_4，CO_3，Cl，K，Na，I，Br，の定量を行つた。尚残渣は再び灼熱して不溶解性灰分とした。其の結果は第2表の通りである。但し無水物百分中の含量を以て示したものであり，灰分中各組成分の定量法は高橋武雄氏著「海藻工業」により分析した。

Table 2. Mineral composition of the blade and sporophyll of *Alaria crassifolia* KJELLM.

	Total ash%	Insoluble ash%	Soluble ash%	SO_4 %	CO_3 %	K %	Na %	Cl %	I %	Br %
Blade	18.06	5.62	12.68	0.98	3.38	2.79	3.68	1.24	0.078	0.12
Sporophyll	10.31	2.90	7.41	1.34	1.35	2.29	1.87	1.09	0.076	0.08

既に HENDRICK 氏[7] は英国産褐藻類 *Laminaria* 円の葉と幹の部の無機組成の比較を示し可溶性灰分並びに可溶性灰分中 K_2O，Na_2O，ハロゲン (Cl として) 及び I は幹の部に多く SO_3 は葉部に多いと。

今上表を見るに灰分の大部分は水溶性で長葉部に著しく多く，SO_4 のみが成実葉部に多く，他の CO_3，K，Na，Cl，Br，I は何れも長葉部に多く中でも CO_3 が特に多い。

3. アルギン酸及びラミナリンに就いて

アルギン酸は厚木，友田氏による方法[10]，又ラミナリンは KYLIN 氏の方法[11] により定量した。

其の結果は第三表の如くである。

一般にアルギン酸及びラミナリンは季節的に含量に大きな変動があり又部位によつても異なる。今 RICH-

Table 3. Alginic acid and laminarin contents of the blade and sporophyll of *Alaria crassifolia* KJELLM.

	Alginic acid %	Laminarin %
Blade	29.82	0.58
Sporophyll	22.47	1.20

ARD氏[13]がアルギン酸に就いて行つた結果を見るに *Laminaria digitata* では幹の方が葉よりも多く，*Laminaria stenophylla* では幹よりも葉の方が含量大であると。

左表中アルキン酸は長葉部に多く，ラミナリンは反対に成実葉部に多い。即ち褐藻類の細胞膜構成主成分たるアルギン酸が同化器官たる長葉部に又 Dextrin 様貯蔵物質たるラミナリンが貯蔵器官とも見做さるべき成実葉部に多量に含まれている点興味ある問題である。

4. 各種窒素の形態に就いて

両部位間の蛋白質の性質を比較せんが為常法に従ひ 20 %塩酸で加水分解を行ひ van SLYKE 氏の方法により各種窒素の分布状態を比較見当した。即ち第4表の通りである。

Table 4. Nitrogen compounds in the blade and sporophyll of *Alaria crassifolia* KJELLM.

	N % per the total N		N % per the 20 % HCl soluble N	
	Blade	Sporophyll	Blade	Sporophyll
20 % HCl soluble N	94.17	94.60	100.00	100.00
20 % HCl insoluble N	5.83	5.40	——	——
Ammonia-N	17.19	14.22	18.25	15.03
Melanin-N	13.07	13.09	13.78	13.91
Diamino-N	10.10	11.08	10.68	11.76
Monoamino-N	48.76	50.25	51.54	53.34

上表より見るに両部位共に大部分がモノアミノ態よりなり，アンモニヤ態窒素は長葉部に多くヂアミノ態窒は反対に成実葉部に多く又メラニン態窒素は両部位間に大なる相違は認められない。

総　　括

チガイソを成実葉部と長葉部とに分け両部位間の成分を比較した結果次の如き相違を認めた。

1. 一般成分中可溶性無窒素物以外の各成分は凡て長葉部に多く又無機成分中 SO_4 が成実葉部に多く他の CO_3，K，Na，Cl，I，Br は凡て長葉部に多く特に CO_3 が多い。

2. アルギン酸は長葉部に，ラミナリンは成実葉部に多い。

3. 両部位共に全窒素中モノアミノ態窒素が大部分で，アンモニヤ態窒素は長葉部に又ヂアミノ態窒素は成実葉部にい多い。

終りに臨み海藻の採集に多大の援助を与えられた岩手県庁漁政課一戸垣，屋代勝敏両技官に謝意を表す。

文　　献

1. LUNDE： Angew. Chem.，**50**，731 (1936).
2. 富士川： 朝鮮総督府水試報告，(1928).
3. 同　上： 同上 (1932).
4. 田所，安倍，柳瀬： 農化，**10**，716 (1934).
5. 福原： 北水試，**8**，7 (1951).
6. BALCH： J. Ind. Eng. Chem.，**1**，(1909).

7. Hendrick: J. Soc. Chem. Ind., **30**, (1916).
8. 高橋，白浜，斗ケ沢：日化，**60**，56 (1939).
9. 斗ケ沢：岩手大農学部報告，**1**，168 (1953).
10. 厚木，友田：工化誌，**29**，514 (1926).
11. Kylin: Z. Physiol. Chem., **101**, 236 (1918).
12. Richard: Chem. Abst., **25**, 5689 (1931).

海藻の生化學的研究—Ⅲ.

斗ヶ沢宜久
(岩手大学農学部)

Biochemical Studies on the Marine Algae—Ⅲ.

Yoshihisa TOGASAWA

As to the qualitative and quantitative tests of sugars in the sporophyll and blade, *Undaria distans* MIYABE et OKAMURA and *Alaria crassifolia* KJELLM. were comparatively studied.

1. As the result of qualitative test, MOLISCH reaction was observed remarkably in the sporophyll of both species. Xylose was known to exist by the formation of xylouronic acid bromid-Cd salt, in both sporophylls and blades, while mucic acid was found rather much in the sporophyll in either species. SELIWANOFF's ketose reaction was observed remarkably in the sporophyll of *A. crassifolia* though it was positive in either portion of the sporophyll and blade, and indol reaction was remarkable in the blade of *A. crassifolia* and also in the sporophyll of *U. distans*. BERG's reaction was negative in both species. PINOFF I reaction was remarkable in either portion of *A. crassifolia* though it was also seen in *U. distans*, while PINOFF Ⅱ reaction was observed similarly in either portion of both species.

2. As the result of the quantitative test, pentose was known to exist far much in *A. crassifolia* showing more quantities in the blade, while methylpentose was found more in the sporophyll in both species.

3. Reducing sugar was found much in the sporophyll of both species, showing more quantities in *A. crassifolia* than *U. distans*. Mannit was found much in the sporophyll of both species, showing more quantities in *U. distans* than *A. crassifolia*.

海藻成分は種類，産地，季節等により相違があり同一個体に於ても部位によつて夫々異なる。

著者は既にチガイソの成実葉部及び長葉部の不揮発性脂肪酸の比較検索を行ひ[1] 又第一報[2] 及び第二報[3] に於てワカメ，チガイソの成実葉部と長葉部の成分と其の生理化学的性質との関聯性を探究せんとし一般成分，無機組成，アルギン酸，ラミナリン並びに各種窒素の形態等を比較し其の結果を報告したが此の度は主として糖類に就き比較試験を行つたので其の結果を報告す。

実験の部

実験に用いたワカメ及びチガイソは共に岩手県三陸沿岸に産するものでワカメは昭和 25 年6月，チガイソは昭和 26 年6月に採集，チガイソは実験室で更に一度真水で洗滌し，ワカメは肉眼的狭雑物を除却したものを夫々成実葉部と長葉部とに切り離し各々を細断し通風乾燥器で 55°C で乾燥粉砕したものを実験に供した。

1954 年1月 21 日受理

1. 糖類の定性反応

ワカメ，チガイソの成実葉部及び長葉部の両部位を夫々塩酸で加水分解後之を中和濃縮し一定量とし下記定性試験を試みた。

表中 Xylose は *Bertrand* 氏法によるもので先ず Br で酸化し Xylouronic acid となし，カドミウムを加えて臭化キシロン酸カドミウム塩の結晶を観察。

Galactose は S.G. 1.15 の硝酸で酸化して生ずる mucic acid を検出し。

Pentose は塩酸蒸溜液に就き Phloroglucin によつて Furfurol を検出。

Methylpentose は *Oshima-Tollens* 氏法により又

Molisch の反応は α-naphthol と濃硫酸による糖類共通の呈色反応を観察。

Pinoff I は ammonium molibdate により生ずる青色の度合を

Pionff II はアルコール性硫酸と α-naphtol のアルコール溶液による Ketose の反応を観察。

Seliwanoff 氏反応は Resorcin と塩酸によるもの，

Indol 反応は 20% 塩酸と 1% Indol のアルコール溶液による Hexose の呈色反応を，

Berg の反応は Br を加えて加温後塩化鉄と濃塩酸により現われる呈色度合を観察したものである。

Table 1. Qualitative test of sugars of marine algae

	Alaria crassifolia		*Undaria distans*	
	Sporophylls	Blades	Sporophylls	Blades
Molisch	++	+	++	+
Xylose	+	+	+	+
Galactose	++	++	++	+
Pentose	+	++	+	++
Methylpentose	++	+	++	+
Pinoff I	++	++	+	+
Pinoff II	+	+	+	+
Seliwanoff	++	+	+	+
Indol	+	++	++	+
Berg	−	−	−	−

即ち上表によれば *Molisch* 反応はチガイソ，ワカメ何れの場合も長葉部に比し成実葉部に顕著で，Xylose は各部位共に略んど一様に陽性で臭化キシロン酸カドミウム塩の析出あり，Galactose も一様の mucic acid の形成を見たがワカメの長葉部に於て幾分少ない傾向が見受けられる。

Pentose はチガイソ，ワカメ何れの場合も長葉部に顕著で methylpentose は成実葉部に顕著であつた。

Seliwanoff の Ketose 反応は各部位共に陽性なるも特にチガイソの成実葉部に強く現われ，Indol 反応はチガイソの長葉部，ワカメの成実葉部に殊に顕著に現われた。 *Berg* の反応は各部位共に陰性なるが *Pinoff* I は両者共に陽性で中でもチガイソの方が顕著で，*Pinoff* II は各部位共に陽性であつた。

2. Pentose 並びに methylpentose に就いて

上記各部位の Pentose 並びに methylpentose の含量を常法に従い定量した。即ち試料を S.G. 1.06 の

Table 2. Pentose and methypentose contents of marine algac

	Alaria crassifolia		*Undaria distans*	
	Sporophylls	Blades	Sporophylls	Blades
Pentose %	3.87	13.43	2.90	8.57
Methypentose %	3.96	0.28	3.87	0.29

塩酸と共に蒸溜し之に phloroglucin を加へて phloroglucid として秤量し Pentose を算出，又 methylpentose は *Tollen* 及び *Ellet* の方法に従い温アルコールで処理し methylfurfurol の phloroglucid を分離した。結果は上表の如くである。

上表より其の含量を比較するに Pentose は何れの場合も長葉部に多く中でもチガイソの長葉部がワカメのそれよりも大で又 methylentose は Pentose の場合と反対に何れの場合も長葉部よりも成実葉部に多い。

3. 還元糖並びにマンニット

還元糖は常法に従い 2.5% の塩酸で加水分解後中和，之を一定量となし *Bertrand* 氏法により glucose として求め，マンニットは試料を 85% アルコールで抽出しアルコールを駆逐後エーテルで脂肪を除去，残溜液を一定量とし *Smit* 氏法により定量した。其の結果は次表の如くである。

Table 3. Reducing sugar and mannit contents of marine algae

	Alaria carssifolia		*Undaria distans*	
	Sporophylls	Blades	Sporophylls	Blades
Reducing sugar %	26.87	19.31	20.43	17.81
Mannit %	10.84	9.11	12.70	10.22

即ち還元糖は両部位共にチガイソに多く又両部位間では何れの場合も成実葉部の方の含量が大である。又マンニットはワカメに多く両部位間の比較では還元糖同様に成実葉部に多い。

総　括

ワカメ，チガイソを夫々長葉部と成実葉部に分け其の各々に就き糖類の比較試験を行つた結果次の如き相違を認めた。

1. 糖類の定性試体の結果 *molisch* 反応はチガイソ，ワカメ何れの場合も成実葉部に顕著で Xylose は両部位共に略んど同量の臭化キシロン酸カドミウム塩の析出あり，mucic acid の形成は何れの部位にも認められたがワカメの長葉部に幾分少ない。

Seliwanoff の Ketose 反応は各部位共に陽性なるもチガイソの長葉部又びワカメの成葉部に特に顕著に現われた。又 *Berg* の反応はワカメ，チガイソ何れも陰性なるも *Pinoff* I は両者共に陽性で特にチガイソに顕著であり，*Pinoff* II は各部位同程度に陽性を示した。

2. Pentose 含量は殊にチガイソに多く，ワカメ，チガイソ何れの場合も長葉部の方が大であり，methylpentose は之と反対に共に成実葉部に多く含まれている。

3. 還元糖はチガイソに多く又何れの場合も成実葉部に多い。又マンニットはチガイソに比しワカメに多く殊に成実葉部に多く含まれている。

終りに臨み海藻の採集に多大の便宜を与えられた岩手県庁漁政課一戸垣，屋代勝敏両技官に謝意を表す。

文　献

1. 高橋，白浜，斗ケ沢： 日化，60，56 (1939).
2. 斗ケ沢： 岩手大農学部報告，1，168 (1953).
3. 斗ケ沢，峰： 日水会誌 提出中

魚類血液の生化学的研究—III.
血液及び血漿比重と一般成分に就て*

齊 藤 要
(鹿児島大学水産学部)

Biochemical Studies on the Fish-Blood—III.
On the Specific Gravity and Chemical Components of Blood and Plasma

Kaname SAITO

The author researched into specific gravity, chemical component of the fish-blood and plasma mainly from a biological point of view; fixing precisely the hematocrit value, hemoglobin. moisture, protein-N, non protein-N dextrose, crude fat and ash contents of several kinds of fish-blood.

The results were summarized in Table 1~2, Fig. 1~3 and by these studies the following phenomena were obseved.

The specific gravity of the migratory fish-blood (ca. 1.060), such as bonito and yellow-fin albacore, was heavier than that of botom-fish (ca. 1.050), fresh-water fish and shark (ca. 1.045 1.050) and that of fish-plasma was nearly 1.023~1.025

The hematocrit value, protein-N and especially hemoglobin content of fish'blood showed to have a correlative to the specific gravity and these contents of the active fish were larger than that of inactive one, But the moisture content in blood showed to have a contrary relation to these components.

The content of non protein-N in shark-blood was very much, while hemotocrit value, protein-N, hemoglobin content were very small. Judging from the result, in the case of the shark-blood, it was proved that non protein-N content brought about some effects to the specific gravity.

On other components (dextrose, crude fat and ash) in the fish-blood, the auther recoginized no clear reationship between their contents and the specific gravity.

The fact that the nature of fish-blood has some connections with their activity and the degree of evolution was showed by these properties

I. 緒 言

内部環境としてこの血液は其の動物の生活現象と密接な関係があるが故に血液の理化学的性質も又生体内諸変化を指示する重要な因子と考えられる。一般に血液の如き生理的流動体では其の比重は成分組成と深い関係を有するものである。1951年に PHILLIPS 氏等[1]により血液比重の新測定法として比較的簡易正確な硫酸銅法が発表されてから，人間の血液の比重と一般成分との関係に就ての研究は急速に進歩した。其の結果比重の値を関係式に代入して或る特定の成分例えば，血色素，血球容積，血漿蛋白質量等を計算により求めることは臨床上広く応用されている。

魚類血液の比重に関しては柴田氏[2]がクロロホルム・ベンツオール法によりコイ，フナ等の血液に就いて

1954年1月21日受理

* 昭和27年11月日本水産学会九州支部大会発表。

行つた業績を知るのみで広く海産魚類を対象とした研究は未だない様に思う。著者は以上の研究状況と最近の血液学の進歩を考慮し，主として重要海産魚類及び軟骨魚類を試料とし硫酸銅法により其の血液及び血漿の比重を測定し，更に血液成分の一般分析を行い両者の相関性及び生理生態的な意義に就て若干の知見を得たので，其の結果を第3報として報告する。

Ⅱ. 実 験 の 部

A） 実験材料

実験に供した魚類は海産硬骨魚類 14 種，軟骨魚類3種で何れも 1952 年 10 月から 12 月に亘り採集したものである。海産魚類は鹿児島南方海域で本学練習船上で釣獲した直後のもので同種の魚類は略々同大の成体で出来得る限り環境生理等の同一条件のものを選んだ。

他に対照として人間及び他の陸上動物の血液をも使用した。

B） 実験方法

既に前報[3)4)]に於て報告した如く魚類血液は人血と著しく其の性質を異にするため実験方法に就ては特に吟味した。

採血方法：第1報の如く主として心臓より注射器にて採血し又鮫類では一部尾静脈を切断して噴出する血液を使用した。又必要に応じ抗凝固剤として二重蓚酸塩を使用した。

比重測定法：従来血液の比重を測定するには，水と混合しない液体中に血液を落上させる落上液滴法と比重壜法が主なるものであつたが最近基礎医学及び臨牀方面で広く行われてる方法は前述の如く硫酸銅法である。其の大要を記すと次の如くである。比重既知の硫酸銅溶液を準備し，其の液中に被検血液又は血漿1滴を落すと，蛋白質が硫酸銅の作用で凝固して被膜が出来る．其の為血液は溶液内に拡散しない。滴下した試料の滴が慣性を失うと硫酸銅溶液に比べて比重が軽いか，同じであるか或は重いかに依り，浮ぶか，止まるか，或は沈むかするので其の比重を知ることが出来る。勿論血液は硫酸銅溶液中で幾分脱水作用を受けるが15 秒程度の観察時間では比重には殆んど影響はないと考えられ又血液と硫酸銅溶液との温度係数は殆んど等しいから基準液の温度が ±10°C 変化しても誤差は ±0.0002 の範囲内と云われる。

魚類血液の場合著者は硫酸銅溶液を通常 1.040～1.065，血漿の場合は 1.020～1.030 の範囲内を 0.002 の間隔で投薬壜に調製し，之れを区劃箱に固定した。本法では硫酸銅溶液 100cc に対し約 100 回の測定が可能である。血液凝固阻止剤として二重蓚酸塩を使用したが加える量が多い時には測定値を補正した。即ち血液1cc 当り抗凝固剤 1mg 毎に測定値より 0.0004 を差引いた。本法は船上の如き実験設備の不完全な処でも多数の試料を迅速に且つ充分正確に測定する事が出来る。

血糖定量法：最も一般的な Hagedorn-Jensen 法[5)] と Somogyi 法[6)] 即ちモリブデン塩類が糖により還元されて生ずる濃青色のモリブデン青を光電比色計で測定する方法を用いたが両法の測定差は5％以下である著者の経験では血糖定量法のうち Somogyi 法が最も操作が簡易で正確な方法と思う。

血球容積測定法：第報の如く Hemotocrit 法[7)] により算出した。

血色素定量法：第1報の如く Sali 血色素計を用い小宮改良法[8)] により定量した。

蛋白性窒素（総窒素―非蛋白性窒素），非蛋白性窒素は Micro-Kieldahl 法により定量した。

水分，粗脂肪，灰分は常法により定量した。

Ⅲ. 実験結果及び考察

実験結果の算出は各魚種共，比重，血球容積及び血色素量は1個体に就き2回以上更に5個体以上にわたつて測定した値の平均値で表し，他の一般成分は3個体以上の混合血液に就き2回以上測定し其の平均値で表わした。実験結果の総括は血漿比重と窒素化合物に就ては Table 1 血液比重と一般成分に就ては Table 2 の如くである。

A. 血漿及び血液の比重

Table 1. Specific gravity and N-compound of fish plasma.

Species	Specific gravity	Protein-N (g/dl)	Non protein -N(mg/dl)
クロカジキ *Eumakaira nigro*	1.025	1.09	77
キハダマグロ *Neothunnus macropterus*	1.026	1.13	61
マカツオ *Katsuwonus vagans*	1.025	1.04	52
ゴマサバ *Scomber topeinocephalus*	1.025	0.98	81
ヒメダイ *Pristipomoides sieboldii*	1.023	0.87	58
チダイ *Evynnis cardinallis*	1.024	0.92	49
サバフグ *Sphaeroides spadiceus*	1.023	0.96	65
コイ *Cypinus carpio*	1.024	0.89	42
フナ *Corassius auratus*	1.023	0.87	38
イタチザメ *Goleocerdo arcticus*	1.023	0.62	1210
ツマジロ(ドタザメ) *Carcharinus alfimarginatns*	1.023	0.57	1098
人間 *Human*	1.026	1.18	29

Table 2. Specific gravity and chemical constituent of fish-blood.

Species	Specific gravity	* Hematocrit value (Vol. %)*	* Noisture (%)	* Hemoglobin (g/dl)	* Protein-N (g/dl)	Non protein-N (mg/dl)	Dextrose (mg/dl)	Crude fat (g/dl)
クロカヂキ *Eumakaira nigro*	1.061	49.0	79.42	13.8	3.30	81	72	0.53
キハダマグロ *Neothunnus macropterus*	1.063	51.2	78.56	14.5	3.52	62	86	0.48
マカツオ *Katsvwonus vagans*	1.062	48.8	79.02	14.2	3.46	73	68	0.52
ゴマサバ *Scomber topeinocephalus*	1.059	47.1	80.19	13.5	3.34	68	70	0.42
ヒメダイ *Pristipomoides sieboldii*	1.050	39.0	85.47	8.9	2.44	42	69	0.62
チダイ *Evynnis cardinallis*	1.051	40.2	84.39	10.6	2.36	58	60	0.58
サバフグ *Sphaeroides spadiceus*	1.049	38.3	85.04	8.8	2.83	59	65	0.48
コイ *Cypinus carpio*	1.047	34.7	85.30	8.6	2.27	46	59	0.32
フナ *Carassius auratus*	1.048	36.1	84.93	8.4	2.32	51	83	0.52
イタチザメ *Goleocerdo arcticus*	1.047	25.4	86.80	5.6	1.72	1145	77	0.19
シュモクザメ *Sphyrna zygaena*	1.046	23.8	87.29	5.4	1.68	1236	83	0.24
人間 *Human*	1.057	48.9	80.56	14.8	3.29	27	98	0.38

* 之等の測定値は定置網で捕獲した試料や採血時苦悶の激しき試料では不定となり一般に其の値が高くなる傾向が認められる，本表は何れも釣獲直後迅速に採血した試料の平均値である。

第1報に述べた如く魚類血液の血球は不安定なため常法の如く遠心分離した血漿も時に血球の溶血現象により淡赤色を呈することがある。魚類の血漿比重は各魚種間に大差なく 1.023～1.025 で人の血漿と同値若しくは其れより幾分小さい値である。一方血液比重を全般的に比較すると大凡の傾向としてマグロ，カツオの如き洄游性魚類は其の比重 1.060 前後で最も高く其の値は人血と同程度若しくは其れ以上である。次にタイ，フグの如き海産定着性魚類の比重は 1.050 前後で更に淡水産魚類及び軟骨魚類では後者より幾分小さい傾向を示す。

B. 水分

水分は同種類の動物でも各種の生理的条件に支配されるものであるが其の測定結果は Table 2 の如くである。魚類を全般的に比較すると活動性の大なる魚類は水分含量少く，非活動性の魚類及び軟骨魚類では多くなり其の値は血液比重と逆比例的関係にあることが明らかである。即ちカツオ，マグロの如き洄游性魚類は最も少く 78%～80%，タイ，フグの如き定着性魚類は 84～86%，軟骨魚類では更に水分含量が多い結果となつている。脊椎動物の血液水分量に就ては黒田氏[9]が詳細な研究を行い，其の中で淡水産魚類は海産魚類より血液含水量が少いと発表されてるが，この点に就て著者の結果と必ずしも一致しない。これは黒田氏の試料が比較的定着性魚類に限られているためとも思われ今後更に多くの試料に就て検討する予定である。魚類血液の比重と水分含量の測定値の関係を図示すれば Fig. 1 の如くである。

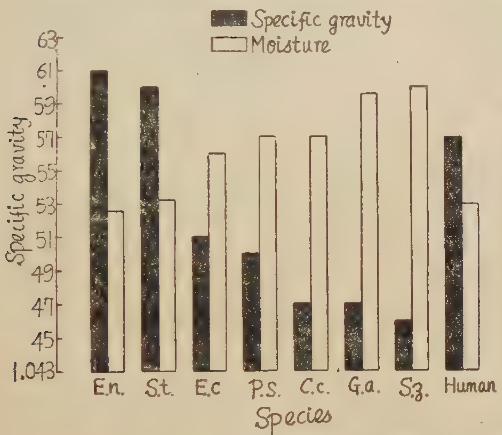


Fig. 1. Relation of moisture to specific gavity.

C. 血球容積及び血色素

血液中の重要な呼吸要素である血色素は殆んど赤血球中に存在するが其の赤血球の形態には魚類の生理生態に対する適応現象並に硬骨魚と軟骨魚の間では著しい特異性が認められることは既に第1報に於て報告した如くである。

之等両者の値は血液比重とは比例的，血液水分量とは反比例的関係にあることは明らかである。此処で注意すべき点は軟骨魚類の血液比重は硬骨魚類に比べ其の血球容積及び血色素含量の割に比重が大きな値を示すことであるが，之れは次記の如く血液中は特異的に非蛋白体窒素を多く含むためと考えられる。尚血球容積及び血色素量と赤血球数及び其の大きさとの相関性に就いては第1報及び第5報[10]に報告した如くである。

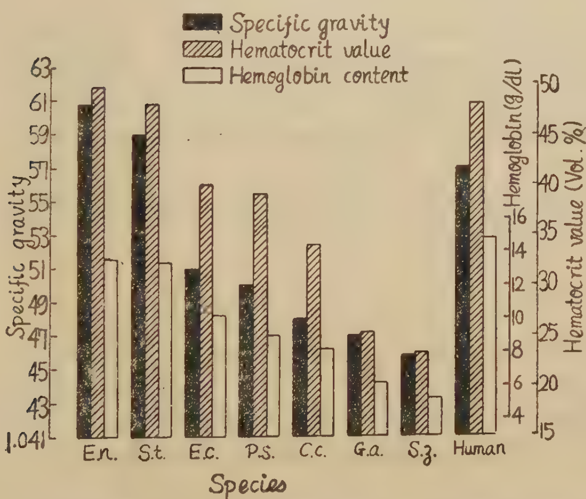


Fig. 2. Relation of hemoglobin content and hemotocrit value to scecific gravity.

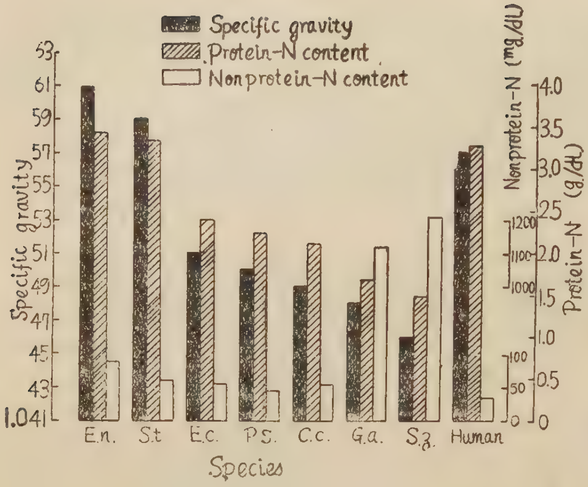


Fig. 3. Relation of protein-N and nonprotein-N content to specific gravity.

魚類血液の比重と血球容積及び血色素量の測定値の関係を図示すれば Fig. 2 の如くである。

D. 蛋白性窒素及び非蛋白性窒素

Table 2 により血液中の蛋白性窒素は血液比重と比例的水分含量と反比例的関係が認められ血球容積及び血色素と密接な関係があることは明らかである。マグロ，カツオの如き洄游性魚類が多くサメの如き軟骨魚類では最も少い結果となつている。前述の如く魚類血漿の比重及び蛋白性窒素が魚類により大差のない事実より考えて血液の蛋白性窒素の多少は主として血色素量の多少を意味し，従つて血液比重の値も血色素量に支配されるものと考える。

非蛋白性窒素は一般に硬骨魚類に比べサメ類では其の含量が特異的に多い。此のことは既に Denis[11] Smith[12] 等によつて，認められている事実で之れが前述の如くサメ類が血色素量の割に血液比重が大となる一因と思う。硬骨魚類に於ても人血よりは其の含量が多く而も活動性魚類が幾分多くなる傾向がある。魚類血液の比重と血液中の蛋白性窒素及び非蛋白性窒素量の測定値の関係を図示すれば Fig. 3 の如くである。

E. 血糖

Table 2 に示すが如く前記諸成分に比べて其の含量少く又魚種により差は少くで 60～80mg/dl 生理的動揺の範囲内で人血より幾分小さい値である。血液比重との直接的な関係は明らかでない。

F. 粗脂肪及び灰分

血液中には Lecithin cholesterin 脂肪其の他の Lipid を含有しているが各種血液に就き，粗脂肪含量を測定した結果は Table 2 の如くである。即ち血液比重との直接的関係は明らかではないが一般に硬骨魚類は人間より粗脂肪含量は多いがサメ類に於てはは極めて少い。硬骨魚類中では深海性のタイ類は浅海性のものより幾分含量が多い傾向が認められ，魚類の生態学的環境は血液の脂質含量と或は密接な関係があるのではないかとも考えられる。

無機一般成に就ては次の機会に報告する。血液灰分量と比重との直接的関係は明らかではないが海産魚類は人血より多く淡水産魚類は之れより少い傾向が認められた。

Ⅳ 要　　約

著者は硫酸銅法によ魚類血液及び血漿の比重を測定し其の値と一般成分との関係並びに其の生理生態的な意義に就て次の知見を得た。

1. 魚類血漿の比重は約 1.028～1.025 で魚種による差は少い。これは人の血漿と同程度若しくは幾分小さい値である。血漿比重は硬骨魚類では血漿蛋白窒素量，又軟骨魚類では其の他に非蛋白性窒素量の両者と密接な関係があると考えられる。

2. 魚類血液の比重は一般に運動の激しい洄游性魚類が 1.060 前後で最も大きく，海産定着性魚類は 1.050 前後，又淡水産魚及び軟骨魚類は一般に之れより幾分小さい傾向を示す。

3. 血液比重と密接な相関性があると思われる成分は血球容積，血色素量及び蛋白性窒素量である。之等

の値は酸素需要の多い洄游性魚類が他の魚種より大きな値を示す。一方血液水分量は比重と逆相関の関係がある。魚類血液では水分量或は比重と言う一見極めて基礎的な理化学的事象が其の動物の運動力を支配し生理生態と密接な関係を有することは注目に値すると思う。

4, 魚類血漿の比重が魚種により大差がないことより考えて硬骨魚類の血液比重は主として血色素量に支配されるものと思う。尚魚類血液は人血に比べ其の血球容積の割に血色素量の少いのは魚類赤血球が有核である故単位血球中の血色素量が少いためである。

5. 軟骨魚類血液は硬骨魚類に比べ血球容積及び血色素量が極めて小さいが其の血液比重は定着性魚類の値とあまり差がないのは血液中に非蛋白性窒素量が特異的に多いめたと考えられる。

6. 魚類血液の比重と血糖，粗脂肪，及び灰分の三成分との直接的な関係は認められなかつた。血糖量は人血より幾分少く，粗脂肪量は硬骨魚類では人血より多いが軟骨魚類では之れより少く又硬骨魚類では深海性のものが其の含量が多い傾向にあると考えられる。灰分量は海産魚類は人血より多く，淡水産魚類は，一般に之れより少い結果を得た。

7. 魚類血液の比重は捕獲法（釣，網）或は採血時の苦悶状態により不定となる故，生理的条件に吟味の要あり。

終りに御指導御援助を賜つた，京大医学部天野重安教授，鹿医大桝谷富一教授，本学今井貞彦助教授及び練習船盛田船長以下乗組員各位に深謝の意を表する。

文　　献

1) R.A. Phillips, D.D. Van Slyke etc : Bull. U.S. Army Medical Dept., **71**, 66 (1945).
2) 柴田玉城：水研誌，**30**，21 (1935).
3) 齊藤　要：日水誌 **19**，1134 (1954).
4) 同　　上：日水誌 **19**，1139 (1954).
5) H.C. Hagedorn, B.N. Jensen : Bioch. Z.' **135**, 46 (1923).
6) M. Somogyi : J. Biol Chem., **160**, **69** (1945).
7) K. Kato : J. Lab. and Clin. Med., **23** 980 (1938).
8) 小宮悦造："臨牀血液学" 克誠堂，東京，51 (1941).
9) K. Kuroda, R. Ebina : Keijo J. Med., **7**, 327 (1936)
10) 斎藤　要：鹿児島大学水産学部紀要，**3**，132 (1953).
11) W. Denis : J. Biol. Chem, **54**. 34 (1922).
12) H, W. Smith : J, Biol, Chem., **81**, 155 (1929).

魚類血液の生化学的研究—IV.
造血器官及び血液の鉄含量と肉色に就て*

斎 藤 要
(鹿児島大学水産学部)

Biochemical Studies on the Fish-Blood——IV.
On the Colour of Meat and Fe-content in Blood and Hemopoietic Organ

Kaname SAITŌ

Some studies on the colour of meat and Fe content in blood and hemopoeitic organ of several fishes were performed mainly from a biological point of view. The results were summarized in Table 1～3, Fig. 1 and by these studies the following phenomena were observed.

The Fe content of the blood of some migratory fishes, as tunny, bonito and mackerel, was larger than that of bottom fish, while that of the shark-blood was very small. The hematocrit value and especially hemoglobin content showed to have acorrelative rilation to the content of Fe in fish-blood. Then the author studied the ratio of the weight of various hemopoietic organs to the body weight and by these studies the liver of shark was found to have very larger ratio of the weight than that of other fish. Generally the kidney of fresh-water fish and the spleen of active fish had larger ratio of weight than any other fish in each case and the Fe content of spleen was larger than that of other hemopoietic organs; and that of each organs in the shark was very small.

The Fe content of dark meat (especially the caudual part) was larger than that of white meat and Nadi reaction in the former was distinct. These contents of the actve fish were larger than that of inactive one.

It was provable that these phenomena showed that the colour of meat had some connections with the quartity of the hemoglcbin content and the volume of blood.

I 緒 言

哺乳動物の造血作用は主として骨髄で行われるが軟骨魚類には所謂骨髄はなく又硬骨魚類は原始骨髄を有するがこれは造血作用には関与しないとされている。肝臓が一種の造血器官であることは魚類でも認められている。Jordan,[1] によると魚類の主な造血器官は腎臓で脾臓の作用に就ては魚種により相当の差があり，系統発上生之等の作用は下等脊椎動物程旺盛であつて，高等脊椎動物では其の機能が痕跡化すると述べている。一般に体内の鉄は血色素，Myoglobin. Cytochrome 等の構成元素として内呼吸に関与し，且其れが又肉色とも深い関係を有する元素とも考えられる。

以上の見解に基き著者は魚類の肝臓，脾臓，腎臓血液及び肉質の鉄含量を定量し更に主要造血器官の体重に対する重量比を測定した結果，其の生理生態的な意義に就て若干の知見を得たので報告する。

1954 年 1 月 21 日受理
* 昭和 28 年 4 月　日本水産学会東京大会発表

Ⅱ. 実 験 の 部

A） 実験材料

実験材料の詳細は第3報[2]参照，肉質の鉄含量測定は血合肉と普通肉に分け其の採集部位は両者共に体高測定個所の側線を境とした背部更に血合肉は尾柄部よりも採集した。造血器官のうち腎臓の採集には特に注意した。

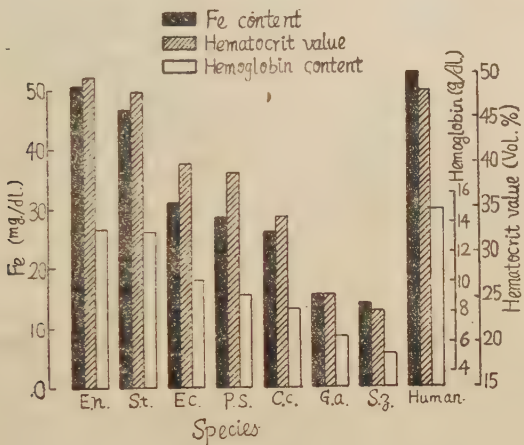


Fig. 1. Relation of hemoglobin content and hematocrit value to Fe content.

B） 実験方法

採血方法，血球容積及び血色素定量法は第3報参照

鉄の定量： 鉄の定量は Bleuer-Militzer 法[3]の原理により過マンガン酸加里と硫酸で試料中の鉄を充分遊離せしめ，之れに過硫酸加里液を加え後ロダン加里液にて発色せしめ光電比色計により定量を行つた。

酸化酵素の検出： 酸化酵素の定性的な検出反応として最も一般的な Nadi 反応（Indophenol Blue 合成反応）の検出を肉質の凍結切片を使用して行つた。

Table 1. The content of hemoglobin, Fe and hematocrit value of fish-dlood

Species	Hematocrit value (vol.%)	Hemoglobin (g/dl)	Fe (mg/dl)
クロカジキ *Eumakaira nigro*	49.0	13.8	51.3
キハダマグロ *Neothunnus macropterus*	51.2	14.5	52.2
マカツオ *Katsuwonus vagans*	48.8	14.2	52.9
ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*	47.1	13.5	47.2
シイラ *Coryphaena hippurus*	40.2	10.1	32.4
チダイ *Pristipomoides sieboldi*	39.0	8.9	27.8
ヒメダイ *Evynnis cardinalis*	40.2	10.6	31.5
サバフグ *Sphaeroides spadiceus*	38.3	8.8	26.3
コイ *Cypirnus carpio*	34.7	8.6	27.0
フナ *Carassius auratus*	36.1	8.4	25.6
イタチザメ *Goleocerdo arcticus*	25.1	5.6	16.1
シュモクザメ *Sphyrna zygaena*	23.8	5.4	14.9
人間 *Human*	48.9	14.8	53.2

Ⅲ. 実験結果及び考察

実験結果の平均値算出法は前法参照．又造血器官の重量は小型の魚類では体重と共に g 単位で測定し大型の魚類は体重は kg 臓器は g 単位で測定し両者共に体重に対する重量比を%で表わした。

A） 血液中の鉄含量

血液中の鉄は其の殆んどが赤血球中の血色素中に含まれる故其の含量は血球容積及び血色素量と密接な関係があることはTable 1 及び Fig. 1 の如くである。即ち鉄含量は血球容積，特に血色素量とは比例的な関係が認められ，一般にマグロの如く酸素需要の激しい洄游性魚類は 50mg/dl 前後で最も多い結果となつて

Table 2. The ratio of the wight of various hemopoietic organs to the body weight. (%)

Species	No. of sample	Liver	Kidney	Spleen
キハダマグロ *Neothunnrs macropterus*	4	1.01	0.20	0.41
マガツオ *Katsuwonus vagans*	7	1.18	0.31	0.31
マイワシ *Sardina melanosticta*	10	1.27	0.12	0.36
シイラ *Coryphaena hippurus*	6	1.14	0.43	0.08
チダイ *Evynnis cardinalis*	6	0.86	0.09	0.19
ヒメダイ *Pristipomoides siebolcii*	7	0.92	0.12	0.05
サバフグ *Sphaeroides spadiceus*	4	3.62	0.48	0.11
コイ *Cypinus carpio*	5	2.26*	0.53	0.21
フナ *Carassius auratus*	4	1.58	0.47	0.20
ウナギ *Anguilla japonica*	7	1.16	0.65	0.24
シュモクザメ *Sphyrna zygaena*	4	7.80	0.27	0.12
イタチザメ *Goleocerdo arcticus*	4	11.53	0.32	0.15
ヨゴレザメ	5	6.29	0.44	0.26

* Hepatopancreas

いる。又魚類血液は人血に比べ血球容積の割に鉄含量の少いのは魚類赤血球は有核であるため単位血球容積中に含まれる血色素量が人血より小さいためと思う。魚類の酸素需要度に対する血液の適応性は外に赤血球の数形大きさ及び血液比重にも認められることは既に報告した如くで血液鉄含量も之等の適応性と密接な関係があるものと考える。

尙軟骨魚類血液の鉄含量は硬骨魚類に比べ極めて少いが之等の特異性は赤血球の形態或は一般成分にも認められ斯かる相違は両者の分類学上の位置が異なるためと考えられる。

B） 主要造血器官の重量比

魚類の肝臓は一般に胃に接して存在し其の色調及び形態は魚種によりかなり異る。腎臓は腹腔の上壁に接して存在する赤紫色の細長い器官でフグは幾分其の形態が異る。脾臓は一般に胃に接して存在する楕円形の器官であるがサメ類では其の形態が異る。之等造血器官の体重に対する重量比を求めた結果は Table 2 の如くである。即ち肝臓の重量比は魚種により大小あるが一般に鮫類は其の値が極めて大である。硬骨魚類では

Table 3. The content of Fe and Nadi-reaction in fresh meat and organ. (mg%)

Species	Liver	Kidney	Spleen	Dark muscle No. 1	Dark muscle No. 2	Dark muscle N. R.	White muscle No. 1	White muscle N. R
キハダマグロ *Neothunnus macropterus*	47.6	42.1	52.3	21.5	25.2	++	8.2	+
マガツオ *Katsuwonus jagans*	40.1	61.4	61.8	18.7	24.3	++	7.8	+
ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*	31.2	33.2	72.8	20.8	21.4	++	6.6	+
ヒメダイ *Pristipomoides sieboldi*	50.7	46.1	96.5	12.9	16.4	++	5.3	+
チダイ *Evynnis cardinalis*	43.2	40.8	54.0	18.2	14.3	++	4.8	+
サバフグ *Sphaeroides spadiceus*	7.8	23.5	34.2	12.2	13.6	+	3.7	+
コイ *Cyprinus carpio*	10.2*	17.9	39.4	16.4	16.6	+	4.2	+
イタチザメ *Goleocerdo arcticus*	5.8	7.8	20.6	10.3	11.2	+	5.0	+
ツマジロ(ドタザメ) *Carcharinus acfimarginatus*	4.2	6.5	16.4	8.9	12.4	+	4.9	+

* Hepatopancreas No. 1-The backpart. No. 2-The caudual part. N R.-Nadi reaction

等类中フグ，コイ等が比較的大きい。之等肝臓の重量比の大きな魚類は一般に肝油量の多い種類である。尚コイの肝臓は所謂肝膵臓（Hepatopancreas）を形成するものである。

腎臓の重量比に就ては肝臓程の魚種による差は明らかではないが一般にコイ，ウナギの如き淡水産魚類が比較的大きな値を示す結果となつている。

脾臓の重量比に就いては本実験の範囲内では一般にカツオ，マグロの如き酸素需要の激しい洄游性魚類が比較的大きな値を示す傾向が認められる。此の事実より或は造血器官としての脾臓の形態が血液の諸性質と関係があるのではないかと考えられるが此の問題に就いては今後研究する予定である。

C） 造血器官の鉄含量

各種造血器官の新鮮組織中の鉄含量を測定した結果は Table 3 の如くである。即ち造血器官中では一般に各魚種共に脾臓が鉄含量多く，サメ類は硬骨魚類に比べ各器官共に其の含量が少い。次に各臓器の重量比を考慮して鉄含量を比較すると一般に重量比の大なる器官は単位質量中の鉄含量が少くなる傾向が認められる。即ちサメ，フグの肝臓は鉄含量少く之れが又肝油含量と相関性があると考えられることは前述の如くである。更にコイの肝臓も鉄含量が少い結果となつているがこれは肝膵臓の形態をなすためと考える。

D） 肉質の鉄含量と肉色

魚肉は鮭肉等の Astacin 系統の色は別とし一般に洄游魚特に血合肉が濃色で其の量も定着魚より多い事は富士川氏等[4]により認められている。各魚種の肉質中の鉄を定量した結果は Table 3 の如くで血合肉が普通肉より多く又血合肉中では尾部のものが多い傾向が認められ魚種別では運動性の魚類が其の血液と同様に肉質中にも鉄含量多く又 Nadi 反応も強く認められる。既報の如く赤身の魚は白身の魚に比べ赤血球数及び血色素量が多く且つ其の形は小である。又著者の経験では生魚の肉質をメスで切断した際赤身の魚特に血合肉部に多く血液が滲出する。元来肉色は Hemin 系筋肉色素等も勿論要素であるが以上の事実より筋肉中の血液量と血色素量とも密接な関係があると考える。尚筋肉中の血液量を直接測定する事は困難であるが単位肉質中の毛細血管数と其の直径より間接的に血液と肉色との関係を知るべく目下研究中である。尚天野氏[5]は Nadi 反応の強弱は Cytochrome の分布消長と略々一致すると述べている。

Ⅳ. 要　　約

（1） 魚類血液の鉄含量は一般に洄游性で酸素需要の激しい魚類は定着性のものに比べ多く又軟骨魚類は特異的に其の含量が少い。鉄含量は血液の血球容積特に血色素量と比例的関係が認められる。

（2） 魚類の主要造血器官の体重比は肝臓では軟骨魚類が極めて大きな値を示す，一般的に肝油量の多い魚種が肝臓の重量比が大きくなる傾向が認められる。腎臓では一般的に淡水産魚類が大きな値を示し脾臓に就ては一般的に洄游性魚類が大きな値を示す傾向がある。

（3） 造血器官の鉄含量は一般に脾臓が最も多く，軟骨魚類は硬骨魚類に比べて各臓器共に血液同様其の含量は少く各器官の重量比の大小とその単位質量中の鉄含量との間には一般に逆相関の傾向がある。

（4） 肉質の鉄含量は血合肉が普通肉より多く血合肉では活動の激しい尾部のものが多い傾向がある。Nadi 反応も血合肉に強く認められ一般に赤身の魚類が白身のものより血液同様鉄含量が多い。

之等の鉄は Hemin 系化合物（呼吸色素或は呼吸酵素等）の分布消長と密接な関係があるが更に洄游性魚類の肉色は其の有する血液の量及び性質特に血色素含量とも極めて深い関係があるものと考える。

終りに御指導御援助を賜つた京都大学医学部天野重安教授，本学桝谷富一教授今井貞彦助教授及び練習船新潮丸盛田友弌船長以下乗組員各位に感謝の意を表す。

文　　献

1） H. Jordan : "Downey's Handbook of hematology" **2**, 699 (1938).
2） 斎藤　要：日水誌　同時投稿
3） R. Breuer and W. Miltzer : J, Biol. Chem., **126**, 561 (1928).
4） 富士川澪・永沼秀哉：日水誌，**5**, 95 (1936).
5） 天野重安：日本血液学会誌，**3**, 84 (1953).

水産物の腐敗に関する研究—XII.
血合肉の腐敗

清水 亘・日引 重幸
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Putrefaction of Aquatic Products—XII.
On Putrefaction of Bloody Muscle

Wataru SIMIDU, Sigeyuki HIBIKI

Succeeding to the previous report we should like to give herein an account of the process of the putrefaction of the bloody muscle in several kinds of the reddish meat fish in the course of storage. The results obtained are as follows : ——

(1) The development of the volatile base was found to be larger in quantity in the bloody muscle than in the ordinal muscle.

(2) In general the trimethylamine seems to be developed in the first stage of putrefaction prior to the formation of the ammonia. Inasmuch as the development of the trimethylamine is also larger in quantity in the bloody muscle than in the ordinal one, the rapid spoilng of the former one appears to be subject to the large quantity of the trimethylamine.

(3) The decrease of histidine and consequently the increase of histamine are by far lower in the bloody muscle than in the other one. It will be attributable by lower quantity of histidine in the dloody muscle, and it seems very probable that the trimethylamine oxide which is contained relatively large in quantity in the bloody muscle prevents the production of histamine.

特に赤身魚肉の血合肉は腐敗しやすく，また中毒の危険が多いと一般に信じられている。それで血合肉の腐敗を普通肉と比較検討してみた。

実　　験

新鮮なマサバ，ブリ，及びソウダカツオを実験に供した。その産地，大さ，鮮度等は Table 1 の通りである。

Table 1. The history of the materials used in the present report

Species	Date of catch	Locality	Average weight	Elapse hrs. after catch
Mackerel	Sep. 6	Maizuru	600g	10
Yellow-tail	July 24	〃	750	6
Bonito	Aug. 12	〃	350	7

1953 年 12 月 21 日受理

普通肉と血合肉を分け，それぞれ肉挽して，スターターとして少量の鰓及び皮の粘液を塗布し，サバは 16～19°C，ブリは 14～15°C，ソウダカツオは 14～16°C に貯蔵し，一定時間後に一部分を取つて，揮発性塩基，トリメチルアミン・オキサイド，トリメチルアミンの各窒素，ヒスチヂン，ヒスタミン，及び pH を測定した。その結果は，pH は Table 2 に，その他は Fig. 1 及び Fig. 2 に示した通りである。

Table 2. The variation of pH in the ordinal muscle and bloody muscle during storage

Storing days		0	1	2	3	4	5	6	7
Mackerel,	Ordinal	5.8	—	6.5	—	6.6	—	6.8	—
	Bloody	5.8	—	6.5	—	6.6	—	7.0	—
Yellow-tail,	Ordinal	5.9	5.9	—	6.3	6.5	6.7	—	6.7
	Bloody	6.0	6.0	—	6.3	—	7.0	—	7.8
Bonito,	Ordinal	5.7	—	5.8	—	6.3	—	6.5	6.6
	Bloody	5.7	—	6.0	—	6.4	—	6.5	6.7

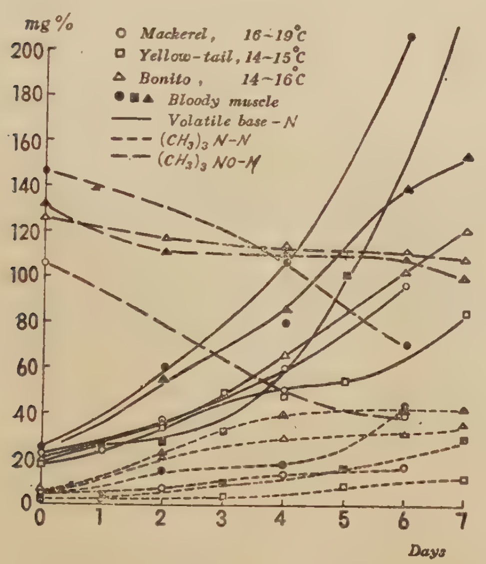


Fig. 1. The variation of the quantity of the volatile base, trimethylamine oxide, and trimethylamine in the course of storage of the bloody muscle and the ordinal muscle in the reddish meat fishes.

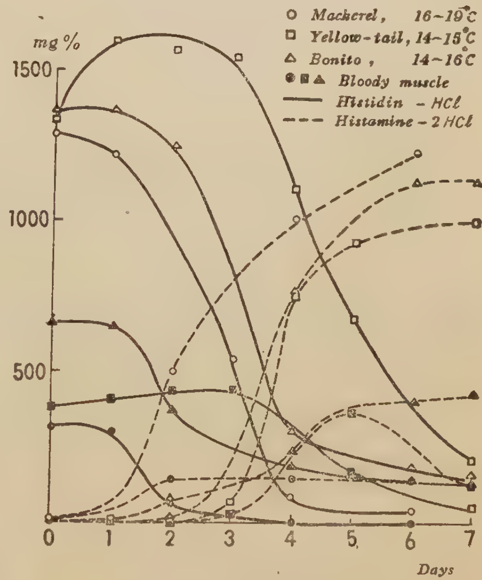


Fig. 2. The variation of the quantity of the histidine and histamine in same muscles as in Fig. 1.

考　　察

揮発性塩基窒素の生成は何れの場合にも，普通肉より血合肉の方が遙かに大きい。故に揮発性塩基を基準にすれば，血合肉は腐敗しやすいと言える。特にサバ及びソウダカツオの血合肉は腐敗が早いように見える。

揮発性塩基窒素の増加とトリメチルアミン窒素の増加とは，腐敗の初期にはほぼ平行し，腐敗が進むに従つてその開きが大きくなつている。従つて腐敗の初期における揮発性塩基は主としてトリメチルアミンで，

腐敗が進行するにつれてアンモニアが漸増するものと思われる。アンモニアは初期にも生成されるかも知れないが，もし生成されるとすれば，生成しただけ，例えば細菌体成分として吸収されて，消失するのであろう。しかし尿素の分解やトリメチルアミンの発生はアミノ酸の分解に先行するらしいことは前にもしばしば述べた。

トリメチルアミンの増加と対蹠的にトリメチルアミン・オキサイドが消失しており，前報でも述べたようにトリメチルアミンの基質はオキサイドであることが推察される。オキサイドの含量も血合肉が多いような傾向が見られ，アミンの発生量も常に血合肉が多い。血合肉が腐敗しやすく見られるのは少くとも腐敗の初期にはそのためであろう。

これに反してヒスチヂンの減少とこれに伴うヒスタミンの生成は逆に普通肉の方が常に多い。それは一つにはヒスチヂンの含量が普通肉は血合肉に比べて遙かに多いためであろう。またヒスタミンの生成は尿素やトリメチルアミン・オキサイドの共存によりいくらか阻止されるらしいからもう一つの原因はオキサイドの含量が血合肉に多いためかも知れない。しかしヒスタミンが中毒量（約 100 mg%）に達する時間は血合肉がやや遅れる傾向があるにしても，それほど大きい差はないのであるから，普通肉が血合肉よりも中毒を起しやすいとは必ずしも断言出来ない。

サバはブリよりもヒスチヂンの減少及びヒスタミンの増加が速かである。この場合には貯蔵温度がサバの方がやや高かつたせいもあるかも知れないが，この傾向は前報にも述べた通り，常に見られる。

要　　約

血合肉の腐敗を普通肉の場合と比較した。

(1) 揮発性塩基の発生量は常に血合肉が多い。

(2) 腐敗の初期にはトリメチルアミンの発生が先行するが，血合肉の揮発性塩基が多いのはトリメチルアミンにも原因するであろう。

(3) ヒスチヂンの減少及びそれに伴うヒスタミンの増加は逆に血合肉が少い。それは血合肉のヒスチヂン含量が少いためであり，また血合肉はトリメチルアミン・オキサイドの含量が多いから，ヒスタミンの発生が阻止されるためかも知れない。

(4) しかしヒスタミンが中毒量に達する時間は普通肉も血合肉も大差はない。

（本報は文部省科学研究費による業績の一部である。）

かまぼこの足について—II. pHと足との関係

志水　寛・清水　亘・池内常郎
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Jelly-strength of Kamaboko—II. Influence of pH on Jelly-strength

Yutaka SHIMIZU, Wataru SIMIDU and Tsuneo IKEUCHI

The jelly-strength of the Kamaboko or the fish cake measured with our equipment gelometer has been found to increase the values rapidly from pH 5.0 to 7.0 of the mashed materials which were brought to different pH values by adding the phosphate buffer, NaOH or HCl.

We have observed as a reason for it that the solubility of the protein in their materials was raised with increase of pH value.

弱足原料で強足かまぼこを作ることはかまぼこ製造上最も重要な課題の一つである。そのためには足の強さに関係すると思われるいろいろの要因について研究しなければならぬ。

本報ではまず擂身のpHが足に及ぼす影響について観察した。

実験 I．燐酸緩衝液を用いた場合。 燐酸緩衝液を用いて擂身（トビウオ）のpHをいろいろに変えた。この場合，塩の濃度の影響を避けるために燐酸塩のイオン強度をほぼ同一にするように努めた。その組成及びpH価は Table 1 の通りである。

Table 1. The composition of the samples for the experiment I

Wt. of meat	K_2HPO_4	KH_2PO_4	Mol.	Ionic strength	pH
65 g	2.526 g	11.084 g	1.92	2.50	5.4～5.6(MR), 5.4(CPR)
〃	3.223	9.520	1.77	2.51	5.8(MR)
〃	3.658	8.432	1.60	2.50	6.0(MR)
〃	4.616	6.188	1.44	2.50	6.2(MR)
〃	5.313	4.624	1.29	2.51	6.4～6.6(BTB, MR)
〃	5.923	3.128	1.14	2.50	6.6～6.8(MR), 6.6(BTB)
〃	6.445	1.972	1.03	2.51	6.8～7.0(PR), 6.8(BTB)
〃	6.793	1.156	0.95	2.51	7.0～7.2(BTB, PR)
〃	6.968	0.680	0.90	2.52	7.2～7.4(BTB), 7.2(PR)

調製した擂身を，坐りの影響を等しくするために常温で 40 分間放置した後 100°C で 20 分間蒸煮し，1夜放冷してから，前報の方法[1]で破断応力及び破断伸長を測定し，更にその結果から足の強さ及びヤング率を計算した。その結果は Fig. 1 の通りである。

1954 年 1 月 21 日受理

これによれば，酸性では破断応力及び破断伸長共に値が甚だ小さく，従つて足が弱く，pHの上昇に従つて急激に増加するが，pH6.5附近からは変化が大きくないことが認められる。ヤング率は反対に酸性側で値が大きく，pH の上昇につれて殆ど直線的に減少し，pH 6.5 附近で変化が緩慢になり，一定の値に近ずこうとする傾向が示されている。
即ち pH 5.4～7.2 の範囲では pH の上昇に伴つて足の強さ及び軟さを増し，中性附近でその値が最高に達することが知られた。

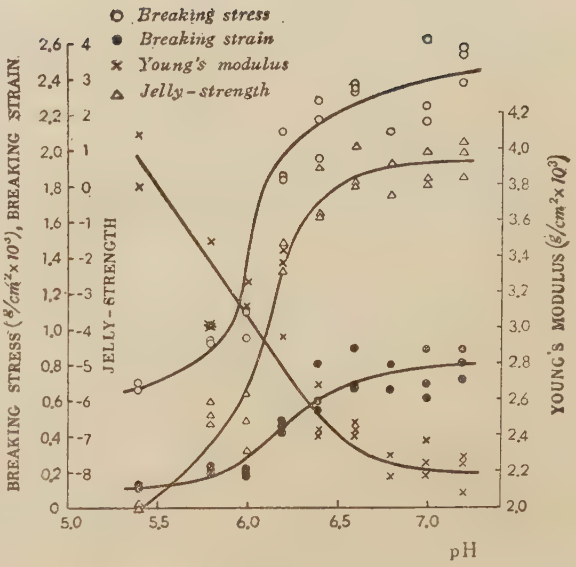


Fig. 1. The relation of the breaking stress, breaking strain, and YOUNG's modulus of the Kamaboko measured by the gelemeter for the pH value of the material brought by the phosphate buffer.

実験 II． 苛性ソーダと塩酸を用いた場合。実験 I では燐酸塩を用いて pH の調節と塩の足形成作用を兼ねさせたが，次には 2 %の食塩を含む摺身に NaOH 又は HCl を少量添加して pH を変化させた。その摺身組成は Table 2 に，結果は Fig. 2 に示した。

この場合も実験 I と大体同様の結果が得られ，pH 6.5 附近から酸性側では急激に足を落すと共に硬さを増し，それよりアルカリ性側では，僅かに足の強さと軟さを増すが，その変化は大きくない。そして pH が 8 附近になると足の強さを減少し，ヤング率は僅かながら再び増加の傾向が見られる。

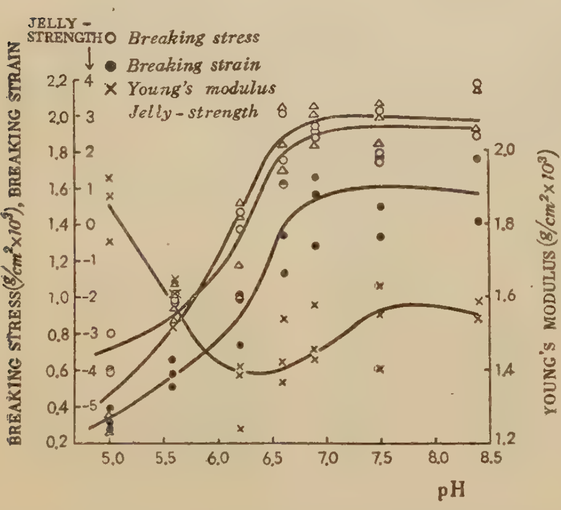


Fig. 2. The change of the solubility of the protein in the fish muscle with pH values.

考　　察

かまぼこの足が pH の上昇に従つて増強される事実が 2 回の実験によつて確められた。そしてその増加量は著しく大きい。

普通の魚肉の pH は新鮮な間は 6.0 附近であつて，鮮度が落ちると漸次上昇するが，腐敗が認められるようになつて漸く pH 6.5 を越す程度である。従つて大抵の場合，摺身にアルカリを加えて pH を 6.5～7.0 に調節すれば足を強くすることが出来る。しかしあまりアルカリ性になり過ぎると却つて足が落ちるような傾向が見られる。恐らく蛋白が変性するためであろう。

pH の上昇が足を強くするとすれば，サメ肉やイカ肉の足が強い理由は，これらの魚種はアルカリ性になりやすい[2] 性質をもつためであろうと一応説明される。普通の魚種でもよほど古くなれば pH 6.5 以上に達

するから，鮮度が落ちると足が強くなるはずであるが，事実はこれに反する。それは鮮度が落ちると蛋白が変性し足形成能を喪失するためであろう。蛋白が変性すれば如何に pH を調節しても足を強化することは望めない。蛋白が変性する前にアルカリ性になりやすいサメ肉やイカ肉の場合は別である。

Table 2. The composition of the samples for the experiment Ⅱ

Wt. of meat	NaCl	5 % NaOH	5 % HCl	H_2O	pH
g	g	ml	ml	ml	
65	1.2	5	0	5	8.4(TB)
〃	〃	3	0	7	7.4(PR), 7.7(BTB, CR)
〃	〃	1	0	9	6.9(PR, BTB)
〃	〃	0	0	10	6.6(MR)
〃	〃	0	1	9	6.2(MR)
〃	〃	0	2	8	5.6(MR)
〃	〃	0	3	7	5.0(IPB)

ところで pH が足の強さに影響する理由は何によるであろうか。私等は少くともその一つは蛋白の溶解度にあると考えた。それで燐酸緩衝液を用いて種々の pH における蛋白の溶解度を測定した。

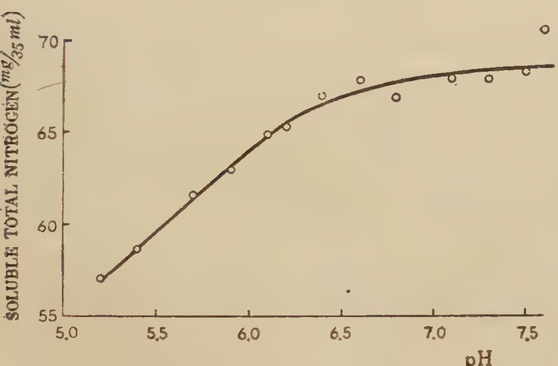


Fig. 3. The change of solubility of the protein in the fish muscle with pH values.

実験Ⅲ. pH と蛋白の溶解度。 イナダ肉に試験液を加えて時々振盪しながら 2～4°C で 2 時間放置後濾過し，濾液中の可溶性窒素を測定した。このうちにはエキス窒素も含まれるが，エキス窒素量は恒定と見られるから，可溶性窒素の変化量は蛋白の溶解度の変化によるものと見て差支えないであろう。試験液の組成は Table 3 に，結果は Fig. 3 に示した。

この結果によれば，pH の増加に従つて可溶性窒素が増加し，pH 6.5 附近からはほぼ恒値に達している。これは全く破断応力及び破断伸長の変化と一致しており，かまぼこの足の強さが蛋白の溶解度と密接な関係にあることが窺える。

Table 3. The composition of the solution used for the extraction of the total nitorogen from 10 g of the meat

1.4M. K_2HPO_4	1.66M. KH_2PO_4	Water	Mol	Ionic strength	pH
ml	ml	ml			
46.2	4.2	49.6	0.72	2.02	7.6
45.5	6.2	48.3	0.74	2.01	7.5
44.2	9.0	46.3	0.77	2.01	7.3
42.2	13.8	44.0	0.82	2.00	7.1
40.3	19.0	40.7	0.88	2.01	6.8
37.6	25.4	37.0	0 95	2.00	6.6
34.6	32.8	32.6	1.03	2.00	6.4
31.1	41.3	27.6	1.12	1.99	6.2
28.2	49.4	22.4	1.21	2.01	6.1
24.7	58.0	17.3	1.31	2.00	5.9
21.5	66.4	12.1	1.41	2.01	5.7
18.0	75.1	6 9	1.50	2.00	5.4
14.3	83.8	1.4	1.60	2.02	5.2

要　　約

（1） 擂身の pH を調節して 6.5〜7.0 にすれば，かまぼこの足が強くなり，軟さを増す。

（2） 魚肉蛋白の溶解度も亦 pH の上昇に伴つて増加するから，擂身の pH が足に影響を及ぼすのは，結局蛋白の溶解度が少くとも原因の一つであると思われる。

（本報は文部省科学研究費による業績の一部である。）

文　　献

1) 志水　寛・清水　亘：日水会誌.，**19**，596 (1953).

2) 清水　亘・日引重幸：同. **19**，19 (1952)；**19**，159 (1953)；**19**，877 (1953).

魚肉の坐りについて—IV. pH の影響

右田正男・岡田 稔
（東海区水産研究所）

Setting Phenomenon of Fish Muscle—IV. Influence of Hydrogen Ion Concentrations

Masao MIGITA and Minoru OKADA

Infuence of pH on setting phenomenon of fish meat has been studied, by using as the sample minced horse-mackerel meat mixd with half its own weight of water, pH being adjusted by adding KOH or HCl.

At pH 7.2—7.5 the sample meat begins to turn to a sticky paste and set even though no salt is added, and jelly strength (J. S.) passes through a slight maximum at pH 7.5—8.0; at pH 8.0—9.0 it does not set, but beyond 9.0 sets again.

In the acidic side of isoelectric point, the sample meat is dehydrated and coagulates. This may be due to the antagonistic action of acid and salt contained originally in the meat which renders meat proteins insoluble. Thus bleached meat forms a sticky paste and sets below 4.5, but the change in J. S. of set meat with pH, different from the case in alkaline side, is not here observed.

When salts added to the sample meat, influences due to nature and concentration of salts are apparent at pH 6.0—9.0. The Hofmeister series is observed in effectiveness of anions of salts in causing the meat to set at the salt concentrations of 0.3—0.5 mole similarly as in the case of meat of natural pH.

In general, under the conditions that favour to give an elastic jelly at pH 6.0—7.0, a rise in pH acts inhibitively on gelation of meat, thus J. S. goes through a minimum at pH 8.0—9.0. The influence of pH on the action of KSCN which makes the meat set into a friable jelly is not distinctly observed.

Salts of concentration of 0.1 mole cannot cause meat to turn to a sticky paste at a lower pH such as 6.0, but with increase in pH, they cause the meat to set, KSCN does at the lowest pH, followed by KNO_3 and KCl at the highest. At pH 8.0—9.0 all the salts cannot cause the meat to set.

At pH higher than 9.0 the influence of salts is not distinctly observed and the gel formed seems to be different in nature from those formed at lower pH, judging from the features and setting velocity etc.

These results can be interpreted in terms of the assumption as we have held that both the hydration of meat proteins and the formation of gel structure are essential factors of setting phenomenon of meat.

魚肉に食塩を加えて擂潰，放置しておくと特に加熱しなくても弾力のあるゼリーに変ることがありこの現象は坐りとして知られている。坐りの機作について我々は前報[1)2)3)]に於いて肉蛋白が水和されること及びゼ

1954 年 5 月 31 日受理（印刷費負担）東海区水産研究所業績 B 第 150 号

リーの骨骼構造が形成されることの必要があることを推論した。肉蛋白の水和は無機塩の存在によつて促進される（塩溶作用）ほか pHによつても著しく変化するすることはよく知られた事実であるが，これは pH によつて蛋白質の荷電状態が著しく変るためである。又蛋白の荷電状態が変れば蛋白の水和ばかりでなく反応性も大きな影響をうけることも知られている。即ち pH が変化すれば肉蛋白の水和性，ゼリーの骨骼構造形成能も著しく変り，ひいては坐りにも大きな影響が現れることは想像に難くない。本報では坐りに及ぼす pH の影響を調べ従来我々が坐りの機作について考えてきた仮設の当否を更に検討してみた。

実　　験

実験材料としては前回同様に細挫したマアジ精肉を用いた。試料肉の水分，蛋白は実験の都度特に測定する事なく，一応水分 75 %，乾物を蛋白と見做して水分/蛋白＝3/1 と取扱つたこと，添加塩類の濃度は試料中の水分に完全に溶解したと考えた場合生ずべき塩溶液のモル濃度で表したことも前報と同様である。本実験では常に肉の重量の半分の水を加えて水分/蛋白＝5/1 にして実験を行い，この際添加する水の一部に酸又はアルカリ溶液を用いて pH の調節を行つた。**坐りの判定**は試薬を混和擂潰した後 20°C に 1 晩放置した試料について五官検査でその性状を見ると共に Jellometer で "破れの強度" を測つてゼリー強度（J・S）とした。尚 pH には硝子―カロメル電極 pH メーターを用いた。

実験　A.　　アルカリの影響

1)　塩類を添加しない場合

通常入手しうるアジ肉の pH は 6.5 附近である。これにKOH溶液を加えて pH を調節しアルカリのみによる坐りの影響をみた。(Fig 1)。pH 7.0～7.2 までは擂潰しても粘稠な肉糊が出来ず肉と水とは分離して坐りは起らない。7.2～7.5以上では粘稠な肉糊をつくり放置して置くと J・S は低いけれど弾力のあるゼリーをつくる様になるが8.0～9.0では放置しても坐らず粘稠な肉糊のまゝである。更に pH が高くなると（9.0 以上）肉は再び固化しその J・S は pH につれて高くなる。このため J.S-pH 曲線

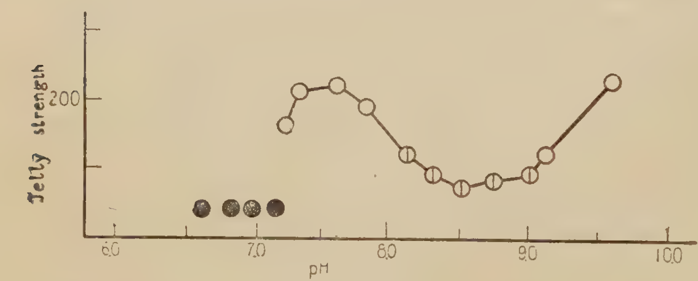


Fig 1.　Setting by KOH (without adding salt).
KOH による坐り（塩を添加しない場合）
○ jelly 坐り　　◐ sticky paste 粘稠な肉糊
● separation of water 脱水

(Fig1)には7.2～8.0 の小さな山と 9 以上の山及びその中間 8.0～9.0 に谷が認められる。7.2～8.0 で固化した肉は J.S は低いが KCl，KNO_3 等無機塩によつて坐つた肉と同様弾力がありしなやかなものであるが，9.0 以上で固化したものは白色で，弾力があるというよりも固い感じがつよく，強く押すとさけ易い。又固化速度が極めて早く 30 分以内で固化する（Fig. 5, F）等 pH 7.5 附近の坐りとはその様相が異つている。

II）　塩類を添加した場合

添加する塩類としては前報で坐りに特徴のある影響を及ぼすことの認められた K_2SO_4, KCl, KNO_3, KSCN の 4 種を選び塩濃度を 0.1, 0.3, 0.5 M とし KOH で種々の pH に調節して塩によつて坐りに対する pH の影響がどう変るかをみた。pH 6.0～8.0 では塩の種類，濃度によつて坐りの様相は著しく異り，第2報でみたと同様坐りに及ぼす塩の影響に Hofmeister 順列（以下H順列）が認められる。一般に pH 6.0～7.0 で弾力のある坐りが起きた場合 pHが高くなると坐つた肉の J.S は次第に低下し特に pH8.0～9.0 では粘稠

な肉糊をつくつたまゝで坐らない場合が多い。pH 9.0 以上では実験に用いた凡ての塩で再び固化することが認められ，固化した肉の性状には塩の種類，濃度によるはつきりした差は認められずいずれも固い感じのもので弾力に乏しく強く押すとさけ易い。又固化速度の極めて早い等塩を添加しない場合とよく似ている。

従つて pH 6.0~7.0 で正常の坐りを起す塩の場合には J.S-pH 曲線に 8.0~9.0 で大きな谷が現れて特異的な形を示す。しかし pH 6.0~7.0 で脆い坐りを起す KSCN 0.3, 0.5 M では pH が 9.0 まで上つてもその性状に殆んど変化は認められない。又 K_2SO_4 0.3,0.5 M でも 6.0~9.0 で特に坐りが促進されることは認められず粘稠な肉糊のまゝである。即ち pH 6.0~9.0 の間では中性塩による弾力のある坐りのみが pH の影響を著く受けることが判る。そこでこの範囲での中性塩による坐りを更に精しく検討してみた。

1. 塩濃度 0.1 M の場合 (Fig. 2)

pH 6 附近の低 pH ではどの塩も粘稠な肉糊を形成せず肉と水は分離してしまう。pH が高くなるにつれて粘稠な肉糊をつくり坐りを起す様になるが更に pH が高くなり 8.0~9.0 では粘稠な肉糊をつくるだけで坐らなくなる。pH 7.5~9.0 では塩の種類によつてはつきりした差はないが pH 7.5 以下でははつきりした差が認められる。即ち数回の実験をまとめてみると第1表のようになる。

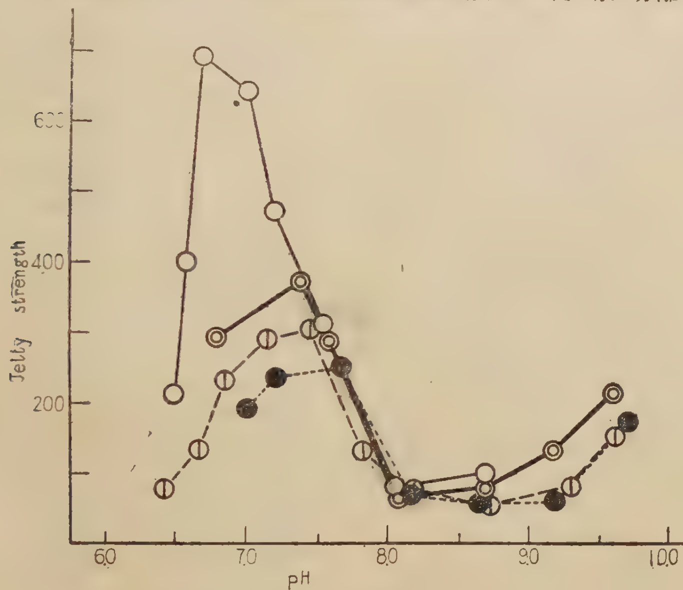


Fig 2. Setting by 0.1 M salts at various pH.
0.1 M 塩による坐り
○ CNS^-; ◎ NO_3^-; ● Cl^-; ⦶ SO_4^{--}

KSCN 及び K_2SO_4 は他の2者に較べて低 pH から粘稠な肉糊をつくり且 KSCN は極めて J.S の高い坐りを起し，しかも J.S の低下は比較的低 pH から起る。K_2SO_4以外では粘稠な肉糊をつくる pH は坐りの起る pH と大体同じであるが K_2SO_4 の場合は 6.3 附近から粘稠な肉糊をつくるが坐りは pH 6.8 附近から起る。K_2SO_4，KCl，KNO_3 では坐つた肉の J.S は KSCN 程高くなくまた J.S の低下し出す pH は略 7.5 で KSCN (7.0) に較べ高い。0.1 M という比較的低濃度の塩の存在に於いても粘稠な肉糊をつくる pH，坐り始める pH 等は SO_4^{--} を除けば Cl^-，NO_3^-，SCN^- の H 順列の順に後のものほど酸性側にずれている。

Table 1 0.1 M 塩による坐り

	SCN^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	塩を加えない場合
粘稠な肉糊をつくる pH	<6.5	<6.7~6.8	<7.0~7.1	<6.3	<7.2~7.5
坐り始めの pH	6.5	6.7~6.8	7.0~7.1	6.8	7.2~7.5
最高 J.S を示す pH	6.5~7.0	7.3~7.5	7.3~7.5	7.0~7.5	7.3~7.6

2. 塩濃度 0.3, 0.5M の場合 (Fig. 3)

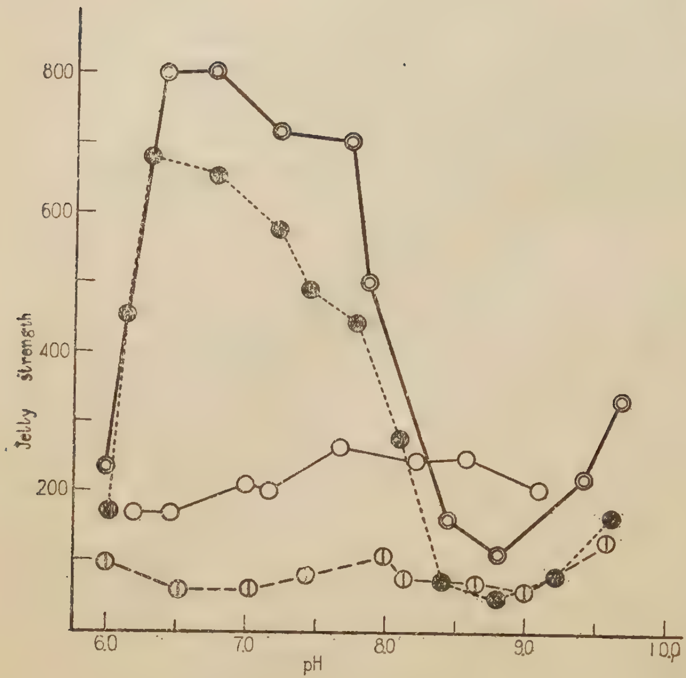


Fig 3. Setting by 0.5 M salts at various pH.
0.5 M 塩による坐り
○ CNS⁻; ◎ NO_3^-; ● Cl^-; ⦶ SO_4^{--}

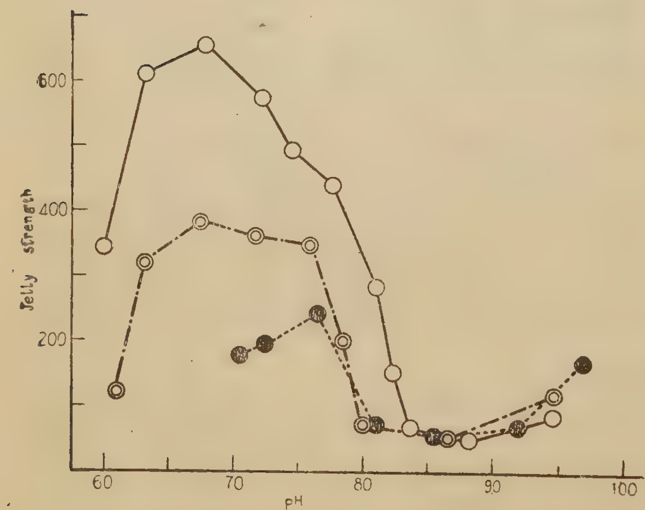


Fig 4. Setting by KCl at various pH.
KCl による坐り
● 0.1 M; ◎ 0.3 M; ○ 0.5 M;

塩濃度が 0.3, 0.5M では塩濃度によつて坐つた肉の J.S に差があるが同一塩による坐りに対する pH の影響は略似ている。即ち KSCN では pH 6.0 附近から坐りを起すが坐つた肉は白色，脆いものである。pH が高くなつても坐つた肉の性状や J.S にはつきりした変化は認められない。一方 NO_3, Cl 塩では 6.0 附近から粘稠な肉糊を形成し弾力のある坐りが出来るが pH7.5以上になると坐つた肉の J.S は pH と共に低下する。しかしこの J.S の低い肉は柔く弾力があるもので決して脆いものではない。8.0～9.0では粘稠又は坐りかけの状態となるが，NO_3^- 0.5M の場合のみは白色脆いものではあるが固化している。同一 pH，同一塩濃度では J.S は常に $NO_3^- > Cl^-$，又 J.S の低下する pH は NO_3 の方がやゝアルカリ性にずれている。又粘稠な肉糊，坐りを起す pH は塩濃度が高い程酸性にずれ 0.5 M で 6.0, 0.3 M で 6.1 附近である。J.S の低下の起る pH は特に Cl^- では 0.3 M より 0.5M の方が高い (Fig. 4)。 K_2SO_4 では 6.0 附近から粘稠な肉糊をつくるが放置しても坐らない。pH を6.0～9.0 に変化させても特に促進効果や阻害効果は認められず粘稠な肉糊又は坐りかけの状態である。

以上を要約すれば第2表の様になり，通常の肉の pH では弾力のある坐りを形成させる塩が存在しても 7.5～8.0 では J.S の面からみると坐りが阻害された

Table 2　0.3,0.5 M 塩による坐り

塩	濃度 (M)	性状	
		pH 6~7	pH 8~9
KCNS	0.5 0.3	白色脆い坐り	白色脆い坐り
KNO_3	0.5 0.3	弾力ある坐り	白色脆い坐り 坐りかけ
KCl	0.5 0.3	弾力ある坐り	坐りかけ
K_2SO_4	0.5 0.3	粘稠な肉糊	坐りかけ

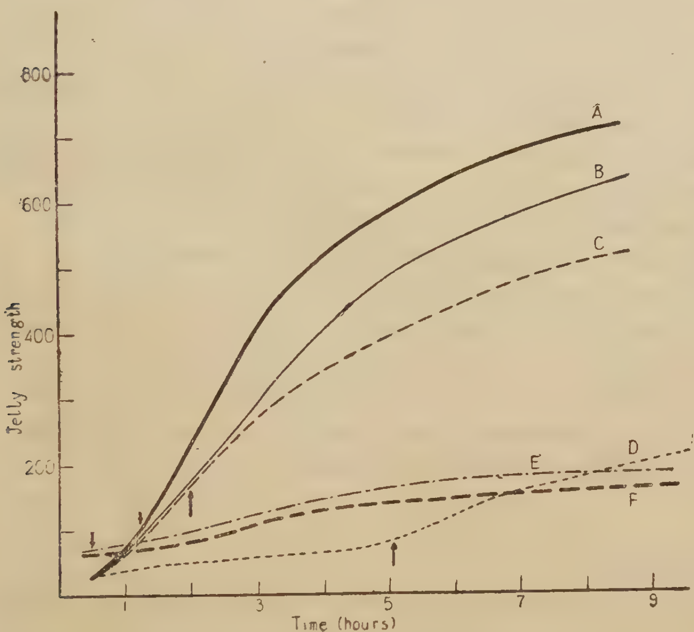


Fig 5. Course of setting by 0.5 M KNO_3 at various pH.
0.5 M KNO_3 による坐りの時間的経過
A: pH 6.5; B: pH 7.3; C: pH 7.7; D: pH 8.1; E: pH 9.6; F: pH 9.5 (without added salt) 塩を添加せず.
The arrow shows the point where setting begins.

と判断される。尚 pH 6.0~8.0 では陰イオンの坐りを起す力には常にH順列が認められる。

Ⅲ　アルカリ側に於ける坐りの時間的経過

実験中 pH によつて坐りの速度が著しく異る事を屢々経験した。又 pH 7.5~8.0 で KCl, KNO_3 を加えて坐らせた肉の J.S は低いが，これは一度形成された J.S の高いゼリーが時間の経過と共にその J.S が低くなつたものか或は始めから J.S の低いものとして生成されたものかを知ることは坐りに対する pH の影響を解釈するのに極めて重要であると考えられる。そこで種々の条件で坐りの時間的経過をしらべた。その一部 KNO_3 0.5 M の場合を Fig. 5 に示す。

塩の添加の有無に拘らず pH 9 以上の高 pH では固化が極めて早く 30 分以内に起るが始めから J.S の低い坐りとして形成される。

塩の存在する場合 pH 7.5 以上でみられる J.S の低い坐りや 8.0~9.0での粘稠な肉糊も決し有機変性剤による坐りのように一度形成された高い J.S のものが時間の経過と共に低下したのではない。このことは pHの上昇は J.S の高い坐りの形成を阻害することを示すものである。

坐りの起る迄の時間も KNO_3 では pH 6.5~9.0 では pH の上昇につれて長くなつているので生成速度から推しても坐りが阻害されるとも考えられるが，KCl 0.5 M では pH 7.5 附近（2～3時間）では却つて pH 6.5（3～5時間）よりも早く坐りが起き，更に pH が高くなり 8.5 附近では 24 時間でも坐らないことからみればこの場合 J.S の面から判断すれば pH の上昇は坐りを阻害するが生成速度からすればある程度の pH の上昇は却つて坐りを促進することになる。

実験　B.　酸の影響

HCl を用いて肉の pH を変えアルカリ性の場合と同様酸性側に於ける pH の坐りに及ぼす影響をしらべた。肉の pH を 6.0 以下にすると肉は白色に凝固し著しい脱水を起してしまい坐りは勿論粘稠な肉糊さえ生じない。アジ肉の等電帯は著者等の1人[4] の実験から pH 4.8~6.0 と推定されるからこの pH 域では肉の凝固の起ることは一応予想される所であるが，これより低い pH ではアルカリ側における pH の影響から類推すると粘稠な肉糊が出来，条件によつては坐りが起つてもいゝ筈である。しかし実際には pH 4.5以下でも肉は脱水凝固してしまう。

肉の主要成分である myosin は等電点 (pH 5.3) では水に不溶であるが之より酸性側では溶解する事，しかし酸性側でも塩が存在する時には溶解度が著しく減少することが知られている。[5] 又肉のイオン強度は 0.2～0.3 といわれ[6] かなりの塩が存在していると考えられている。本実験で肉を酸性にした場合脱水凝固が起きたのは肉蛋白特に myosin の酸性側の溶解度が肉中の塩の存在によつて減少した為ではあるまいか？事実肉に添加する水を多くして水分/蛋白を7/1以上にすると pH 4.0 でも粘稠な肉糊をつくり凝固は起らない。又水晒し処理で肉中の塩を除いた場合にも pH 4.0 で脱水凝固は起らない。しかしこの pH 4.0 の水晒し肉に KCl を加えてゆくと添加 KCl がある量以上になると脱水凝固が起る。即ちアジ肉を酸性にした場合に脱水凝固が起るのは肉中に存在する塩のために肉蛋白 (myosin) が不溶となる為であり，従つてアルカリ性で行つた様に肉に直接酸を加えて pH の影響をみたり，塩の坐りに対する酸性側 pH の影響をみる事は不可能であることが判る。そこで水晒肉を用いて pH の影響のみを調べてみた。

細挫したアジ肉に 10 倍量の水を加えて攪拌放置して上澄液を除くことを3回繰返し最後に圧搾して水晒を行つた。かゝる操作によつて灰分，エキス分は何れも約1/3に減少する。* かゝる水晒肉を用い HCl で種種の pH に調節して pH と坐りの関係をみた。pH 6.0~4.5 では脱水凝固が起り坐りは勿論起らない。4.5 以下では粘稠な肉糊が出来るが塩やアルカリ側の場合のような柔い肉糊とは異り極めて腰のつよいものである。之を放置すれば固化するが実験した 4.5~2.0 の範囲ではアルカリ側でみられたような pH-J.S 曲線に山や谷は認められない。酸性で坐つた肉は塩による坐りの場合ほど J.S は高くはないが柔く弾力のあるゼリーである。

尚 pH の調節に HCl の代りに種々の酸を用いたが，蛋白との反応に一塩基性酸として仂く HCl, HNO_3, H_3PO_4 は粘稠な肉糊をつくり坐りを起すが二塩基性酸として仂く H_2SO_4 は pH 4.5 以下でも脱水凝固を起し特異性を示す。かゝる H_2SO_4 の特異性はアジ肉の酸膨潤でも認められた。[4]

考　　察

以上の実験結果を要約すると次のようになる。

1. 肉の pH を等電点よりアルカリ性にし且特に塩を加えない場合には，pH 7.2 附近より粘稠な肉糊をつくり坐りを起すが，8.0~9.0 では坐らなくなり，9.0 以上では再び固化する。

2. 等電点のアルカリ側で且特に塩を加えた場合には pH 6.0~8.0 では塩の種類・濃度による影響がはつきり認められるが，pH が高くなると 8.0~9.0 では坐りは阻害され，更に 9.0 以上になると再び固化するようになる。

3. 肉の pH を等電点より酸性にすると脱水凝固が起り坐りの現象は起らない。但し水晒した肉では pH 4.5~2 で J.S は低いが坐りを起す。

我々は前報までの幾つかの実験に於いて魚肉の坐りにも一般のゲル化の理論で考えられている様に蛋白の水和とゲルの骨骼構造の形成という2つの要因が必要である事を推論してきたが，本実験結果も特に pH 9 以下の場合にはこの考えに基いてよく説明される。

---

* 水晒操作によつて無機塩による肉の坐り易さは影響されない。

1. 水和の問題

坐りの起きた条件を検討すると粘稠な肉糊が形成された場合に限られており，経験的に粘稠な肉糊が形成されることが坐りの起る必要条件であると言える。粘稠な肉糊の形成ということは肉蛋白の溶解と密接な関係があり蛋白の溶解には蛋白の水和の増進が必要であることを考えれば坐りが出来るにも亦肉蛋白の水和の増進が必要とも言える。事実粘稠な肉糊の形成される条件を検討してみると肉蛋白の溶解度や膨潤性の増加が認められる場合に限られている。例えば著者等の1人[4]は肉蛋白の水和性をその膨潤性で表そうとしたが粘稠な肉糊が出来る様な条件は大体膨潤度 $S^{*}>40$ であり，Sが 40 以下では粘稠な肉糊は出来ない。$S<40$ の条件をみると肉の等電点である pH 5.0～6.0，等電点以下の pH で塩の存在する場合，等電点以上では pH 7.2～7.5 まででかつ特に塩を加えない場合等でありこれらの条件で坐りの実験を行うといずれも水と肉とに分離して粘稠な肉糊は形成されない。又等電点のアルカリ側で塩を加えて粘稠な肉糊の出来る pH は KCl，KNO_3 0.1 M では pH 7.0 附近，0.3，0.5 M では各々 6.1，6.0 附近 (Fig. 4) で一般に塩濃度が高くなる程等電点に近くなる。この関係は古く Bate-Smith[7] のみた myosin の溶解度即ち等電点に近づくにつれ myosin を溶解させるには高濃度の塩が必要であることと一致し，酸性に於ける肉の行動と合せ考えると粘稠な肉糊の形成と moysin の溶解性の間には密接な関係があることが判る。この様にある程度肉蛋白の水和が促進されることが粘稠な肉糊をつくるのに必要と考えられる。一方多数の実験を行つたが粘稠な肉糊が形成されないで坐りの起つたことは一度も経験されなかつた。従つて坐りが起るには肉蛋白の水和の増進が必要と考えられ，塩の存在しない場合や 0.1 M のような低塩濃度で pH が 7.0 以上になれば坐りが起るようになるのは肉蛋白の水和が pH の上昇によつて促進されたためと説明し得よう。

前報[2]で塩によつて肉蛋白の水和が促進されるにはイオンの静電気的吸着と界面化学的吸着の2種の機作があり，特に後者が重要であることを推論したがこのことは本実験結果からも支持される。0.1 M の塩が存在する時 (Fig. 2)，K_2SO_4，KCl，KNO_3，KSCN で粘稠な肉糊の出来る pH は各々 6.3，7.1，6.8，6.5 で K_2SO_4 を除けば Cl^-，NO_3，SCN^- の順に酸性側にずれている。即ち粘稠な肉糊の形成され方から判断すれば蛋白の水和は $Cl^- < NO_3^- < SCN^- < SO_4^{--}$ の順に促進されている。静電気的吸着による蛋白の水和は同一 pH ではイオン強度に比例して塩の種類による差は認められない筈であるから前記 0.1 M の濃度を用いた場合に粘稠な肉糊の形成に塩の種類の差の現れることは静電気的な水和では説明しえない。一方イオンの界面化学的吸着は電質濃度が高くなる**と静電気的吸着と重複して起り更に濃度が高くなるにつれ界面化学的吸着が支配的となりこのため種々膠質化学的現象に対する塩の影響にH順列が現れると考えられている。0.1M の各塩の中で K_2SO_4 が一番蛋白を水和させる力が強いのはこの場合イオン強度が 0.3 で他の塩 (0.1) よりも大きいためと一応静電気的機作によつて解釈されるが，イオン強度の等しい塩で $Cl^- < NO_3^- < SCN^-$ の順に蛋白を水和させる力が大きいと判断されるのは陰イオンの界面化学的吸着による水和の増進を考えなければ説明しえない。前報で推論したように SCN^- は界面化学的に蛋白分子に吸着されやすいために蛋白を水和させる力が強く低い pH から粘稠な肉糊をつくるのであろう。即ち 0.1 M という比較的低濃度でも界面化学的吸着が蛋白の水和の促進に大きな役割を演じていることが窺えまして塩濃度が高くなれば蛋白の水和の増進には陰イオンの界面化学的吸着が強く関係してくることは容易に想像される所である。

2. 骨骼構造の問題

肉蛋白の溶解性からみれば同一塩，同一濃度では肉蛋白の水和は pH が高い程促進される筈であるから，pH 6.0～7.0 で J.S の高い坐りが形成されるのに8.0～9.0 では却つて坐りが阻害されることは単に水和のみでは説明し難い。一般に弾力のあるゼリーには網状組織のようなゲルの骨骼構造が形成されておりこれ

---

* 肉と水の1：3の懸濁物を遠心分離した時の系の全容積に対する沈澱物の容量%をSで表す。肉蛋白が溶解する様な条件では S=100，等電点で不溶の場合では S=20～30.

** イオン強度 0.01～0.1 以上

が弾性の原因とされている[8]。坐りの場合にも何らかの骨骼構造の形成が必要であるという考え方を導入すればpH の上昇に伴う坐りの阻害を一応説明出来よう。即ち pH の上昇によつて坐りが起らないのは水和は促進されているが何らかの原因でゲルの骨骼構造の形成が阻害されたためではなかろうか。そしてこの原因として A．蛋白の荷電の変化。 B．骨骼構造形成に必要な特別な作用基の喪失。 C．蛋白のアルカリ変性等が考えられる。

A． 蛋白の荷電の変化

蛋白分子中の酸性基及び塩基性基は夫々 pH のある範囲内で特有の解離を起して蛋白分子に負及び正の電荷を持たせるようになる。この正負の電荷の量は蛋白中のアミノ酸残基の種類，含量，各残基の電離定数によつて決まると考えられ，等電点では正電荷と負電荷が等しく蛋白分子全体としては荷電は0となる。 pH がアルカリ側にずれると塩基性アミノ酸残基の解離が抑えられ従つて蛋白分子全体としては負荷電をもつ様になる。このため同符号の荷電をもつ蛋白分子は互に反撥し合つて骨骼構造を形成し得る程近よれなくなるため坐りは阻害されると解釈する事が出来よう。併し肉蛋白の滴定曲線[4]をみると pH 7～9では大きな変化はみられないが 9～11 で急な変化が認められる。即ち蛋白の負荷電の増加は pH 9～11 で著しく，坐りの阻害が強く現れる pH 8～9ではそれ程大きくないと判断される。静電気的反撥に基く坐りの阻害は負電荷の増加に平行する筈であるから pH 6.0～9.0 では阻害は除々に現れ9以上で急激になると予想されるが実際には pH 7.5～8.0 で急激に起る事をみると単に蛋白の荷電の変化のみを阻害の原因とすることが出来ないように考えられる。

B． 骨骼構造形成に必要な特別な作用基の喪失

骨骼構造形成には蛋白中のある特定な作用基が必要でありこの作用基がなくなれば骨骼構造が形成されないとも考えられる。坐りの阻害される pH 7～8 はヒスチヂン残基のもつイミダゾール基の解離が完全に抑えられてしまう pH と一致する。此のことは坐りの骨骼構造の形成には解離したイミダゾール基の存在が必要な事を示唆しているとも考えられる。 fibrinogen の凝固の場合には凝固に対する pH の影響から未解離イミダゾール基の存在が必要なことを Ferry[9] が推論している。坐りの場合にも同様に特別な作用基の必要性も考えられるがこれを確めるには肉蛋白中のイミダゾール基の解離状態についての精しい知識が必要である。

C． 蛋白質の変性

蛋白質は等電点を中心とするある pH 範囲内では分子の内部構造には変化は生じないが，強アルカリ又は強酸性にすると変性が起り極端な場合にはアミノ酸にまで分解される。肉蛋白の主要成分である myosin 分子も pH が上昇し8～9附近になるとその性状に変化が起ることが知られている。坐りに関係している蛋白は溶解性，ゲル形成能等からして myosin であることが推測されるが，今迄我々が myosin とよんできた蛋白は正確には actomyosin と呼ぶべきもので actin と L-myosin とから出来ていることが最近の筋肉蛋白の研究から明かにされている[10]。 actomyosin が actin と L-myosin に解離すると actomyosin（所謂 myosin）の特性である流動複屈折（SB）の消失とか粘度の低下その他の物理的性質の変化が起るがこの解離はイオン強度の高い（>1）時や ATP の様な特定化学試薬によつて起るが，又 pH の変化によつても起ることが知られ兎 myosin では pH$>$7.5 で起るという[11]。しかしEdsall 等[12] は SB の研究から兎 myosin では$<$9.7 では起らないが lobster myosin では 9.0 で起るとし又兎 myosin で SB，粘度の変化が$>$8.5 で起るという報告もある[13]。 myosin の種類，研究者によつて違いはあるが 7.5～9.5 で myosin の物理的性質にある種の変化が起ることは確かである。 かゝる pH の上昇による物理的性質の変化と骨骼構造形成能の喪失との間に何らかの関係があると考えられるが今の所想像の域を脱しえない。 myosin の SBの消失は種々無機塩によつても起り[12),13)] SCN^- のように坐りを起す力の強いもの程 SB を消失せしめる力が強いことからすれば SB の消失から判断した myosin の物理的変化を直ちに骨骼構造形成能に関係づける

のは危険と考えられるからである。

以上の様に細かい所には不明の点が多いが pH 9.0 以下の坐りに対する pH の影響については水和と骨骼構造の形成という2つの要因に基いて一応の説明することが出来る。

しかし pH 9 以上で再び肉が固化する現象や坐りに対する塩の影響の機作等説明出来ないことが多い。特に pH 9 以上で再び固化する現象は全く説明に苦しむものである。pH 上昇に伴う坐りの阻害を骨骼構造が形成されなくなつたとして種々考察した前述の推論は凡て適用出来ず全く反対である。しかし pH 9 以上で固化したものの性状は pH 8 以下の場合とは全く異つていること，ゲル化の速度が極めて早いこと，塩の影響がはつきりしないこと等から考えると pH 9 以上の固化現象は pH 8 以下の場合とは全く異つた性質のものとして取扱うべきものかも知れないが現段階に於いては何とも論じられない。

又 pH 9.0 以下の場合についても同一 pH，同一塩濃度で塩の坐りを起す力にH順列が認められた機作について前報では主として陰イオンの界面化学的吸着に基く水和の増進力の差としたが，pH の影響を考えるとはつきりした解釈の出来ないところもある。例えば 0.3，0.5 M という塩濃度では実験に用いた凡ての塩は粘稠な肉糊をつくるからこの点からすれば一応水和が促進されたと解釈されるのに坐りを起す力に H 順列が現れる。粘稠な肉糊をつくる様な水和と坐りを起すのに必要な水和との間に何らか差があり，坐りが起るためには例えば界面化学的吸着による水和のような特別な水和が必要なのであろうか。K_2SO_4 0.1 M では pH 6.3 から粘稠な肉糊をつくるが坐りは pH 6.8 附近から出来ることは坐りが起るには単に粘稠な肉糊をつくる水和と違つた特別な水和が必要なことを示変しているとも考えられる。この様に坐りが起るには何らか特別な水和が必要であるとする考えを用いれば坐りに対する pH の影響を骨骼構造形成という要因を用いなくても水和のみで説明しうる様に思れるがかゝる特別の水和については今の所想像の域を脱しない。

一方界面化学的吸着による蛋白の水和を増進する力の強いと考えられる KSCN 0.3，0.5 M では脆いゼリーが形成されこの際には pH の影響がはつきりしないこと，pH による阻害が NO_3^- よりも Cl^- の方に強く現れること等は塩が単なる水和の増進の他に坐りの骨骼構造の形成にも関与している事を示変しているように考えられる。例えば陰イオンは蛋白を変性させる力を持ちこの力にH順列があると考え*，又ある程度変性させられた蛋白分子は骨骼構造を形成するのに都合がよい性質をもつと仮定すると，SCN^- は変性作用が強すぎて蛋白分子はかえつて丈夫な骨骼構造をつくりえなくなつて脆い坐りが生成され，又骨骼構造形成作用が強ければ pH 上昇による阻害も受けにくくなるので NO_3^- の方が Cl^- よりも阻害され難いと考えられよう。かゝる仮定は今の所想像の域を脱しないがこのような陰イオンの骨骼構造形成を促進する一種の蛋白変性作用については今後更に考究するつもりである。

実験結果を更に細かに検討すると KCl，KNO_3 とも坐つた肉の性状からすれば pH の上昇は坐りを阻害すると判断されるが坐りの生成速度からすれば pH の上昇により KNO_3 では阻害されるが KCl では促進されるような結果が得られたこと，KSCN 0.1 M は KCl，NO_3 0.5 M に匹敵する J.S の高い坐りを pH 6.5 附近で形成するのに pH の上昇に伴う J.S の低下が後二者よりも急激に起ること等説明し難い事実が多い。

尚坐りに対する pH の影響に関して考えられることは myosin の thixotropic gel との関係である。Edsall[15] によれば myosin の等電沈澱物は不透明なゼリーとしてかたまるがこれは thixotropic なゲルでこれに塩を加えれば溶解するが，塩を加えずに pH を上げると 6.5～8.0 ではゲルの硬さをまし同時に透明になる。pH が更に高くなると逆に硬さを減じ pH 10 では溶解してしまう。本実験で特に塩を加えない場合には7.2～8.0 及び 9.0 以上ではゲル化が起るが 8.0～9.0 では粘稠な肉糊が形成される丈であつて純 myosin のゲル化とはその様相が著しく異つている。本実験では全肉を用いているので肉中のエキス，塩，

* 陰イオンが蛋白の尿素変性を促進する作用にはH順列の存在する事が知られ[14]，又 I^-，CNS^- は水素結合を切る力があるといわれる。

myosin 以外の蛋白の影響があるのかもしれない。

前報で無機塩の坐りに及ぼす影響を調べた際には特に pH を調節することなしに実験したが，その pH は 6.0～7.0 で本実験結果から推して塩濃度がある程度以上高ければこの範囲内での pH の変動は実験結果の解釈には重要な影響はないと判断される。但し 0.1 M という低濃度では pH の影響を考える必要があろう。KSCN 0.1 M で坐りが起きたり起きなかつたりしたのを経験したがこの塩のこの濃度で坐りの起るのは pH 6.5 以上であること，市販のアジ肉の pH は 6.5 附近であることを考えれば試料肉の pH 如何によつて坐りが起きたり起きなかつたりするのであろう。又炭酸塩で K，Na 塩は坐りを起すが NH_4 塩では坐りが起きなかつた[1] のは肉の pH がそれぞれ 9.7，9.7，8.8 であつた事及び本実験によつて pH が 7 以上の場合には pH の影響を考える必要のあることが明かにされたことからこれは pH の相異によるものと解釈される。

尚魚肉に酸を加える事は肉の凝固，脱水を起す故利用加工面での魚肉の取扱にあたつては一応注意すべき操作と考えられる。

摘　　要

1. マアジ肉を用いて坐りに対する pH の影響をみた。
2. 塩を加えない場合等電点よりもアルカリ性側では pH 7.2～7.5 から粘稠な肉糊をつくつて坐りを起す様になり，7.5 ～ 8.0 の間でゼリー強度は小さい山をこえる。pH 8.0～9.0 では坐らず 9.0 以上では再び坐るようになる。
3. 肉の pH を等電点より酸性にすると脱水凝固が起る。これは酸と肉中に存在している塩との拮抗作用により myosin が不溶性になるためと考えられる。水晒し肉では pH 4.5 以下で粘稠な肉糊をつくり坐りを起すがこの際にはアルカリ側にみられるような pH によるゼリー強度の変化は認められない。
4. pH 6.0～9.0 では坐りに対する塩の種類，濃度による影響がはつきりと認められる。0.3，0.5 M 塩濃度では自然の pH の肉の場合と同様陰イオンの坐りを起す力に H 順列が認められる。一般に 6.0～8.0 で弾力のある坐りを生ずる条件では pH の上昇につれて坐りは阻害され J.S–pH 曲線に 8.0～9.0 で谷が現れる。脆い坐りをつくる KSCN では pH の影響ははつきり認められない。

   0.1 M 塩濃度では 6.0 附近の低pH では粘稠な肉糊もつくらないがpHが高くなると SCN^-，NO_3^-，Cl^- の順に坐りを起すようになるが pH 8.0～9.0 では再び坐らなくなる。
5. pH 9.0以上では塩の存在の影響ははつきりせずゼリーの性状，生成速度等から低 pH での坐りとはちがつた性質のものと考えられる。
6. 以上実験結果を坐りに対する肉蛋白の水和と坐りの骨骼構造の形成の必要性から種々論議し従来我々が坐りについて考えて来た仮設の正当性を更に深めた。

文　　献

1) 右田正男・岡田　稔：日本水産学会誌，**18**，117 (1952).
2) 〃 : 〃 **18**，159 (1952).
3) 〃 : 〃 **19**，589 (1953).
4) 岡田　稔・多田節子： 〃 **19**，178 (1953).
5) J.T. Edsall : Advances in protein Chemistry Ⅲ，426 (1947).
6) M. Dubuisson : *Arch. int. Physiol.* **52**，439 (1942).
7) E.C. Smith : *J. Soc. Chem. Ind.* **1934**，351 T
8) 例えば 水島三郎：物理化学Ⅳ 1027 共立出版 (1949)，J.D. Ferry : Advances in Protein Chemistry Ⅳ，1 (1948).

9) J.D. FERRY: *J. Phys. Colloid. Chem.* **54**, 66 (1950).
10) 最近の綜説としてH.H. WEBER & H. PORTZEHL: Advances in Protein Chemisty Ⅶ, 161 (1952).
11) H. PORTZEHL et al: *Z. Naturforsch.* 5b. 61 (1950).
12) J.T. EDASLL & J.W. MEHL: *J. Biol. Chem.* **133**, 409 (1940).
13) M. DAINTY et al: *J. Gen. Physiol.* **27**, 355 (1944).
14) N.F. BURK: *J. Phys. Chem.* **47**, 104 (1943).
15) J.T. EDSALL: *J. Biol. Chem.* **86**, 286 (1930).

魚介肉抽出液の流動複屈折

岡田 稔・多田節子
(東海区水産研究所)

Streaming birefringence in extracts of muscles of aquatic animals

Minoru OKADA and Setsuko TADA

1. For the purpose of studying alteration of muscle proteins, especially of actomyosin which is notable for its streaming birefringence, a simple apparatus for detecting streaming birefringence has been constructed (fig. 1). If a solution gives intense streaming birefringence (S.B.), the liquid lights up brilliantly under the polaroids on flowing with a slow rotary motion (e. g. 100—200 r.p.m.) and a dark cross of isocline on the bright field can readily be observed.

2. Extracts with KCl (pH 8.1) of muscles of most aquatic animals tested showed S. B. This had a relation with the fact that actomyosin is extractable with salt solution. In spite of insolubility of actomyosin in water, pronounced S. B. was observed in extracts of mollusk muscles with water. (table 1). In this connection, it may be pointed out that H_2O extracts of mollusk muscles were found to contain a large amount of muscle protein belonging to 'myosin fraction'[4]. S.B. was also detected in aquatic suspension of water-extracted-residue of fish or shrimp muscle.

In KCl extracts of some bivalve muscles, S.B. could not be detected. When H_2O extract of fan shell was diluted with H_2O or KCl stepwisely, S.B. could be still detected as far as eightfold-dilution with H_2O but dilution only up to fourfold with KCl gave S.B.

3. It is well known that actomyosin begins to coagulate rapidly near 38—40°C. When comminutated muscle was heated in water above 40°C. for 5 minutes, KCl extract of heated muscle of fish or shrimp did not give S.B., but extract of mollusk muscle heated at 60°C. with KCl or water remained to show intense S.B. (table 2). It was interesting to see that in extract of squid meat heated at 40°C. for 5 minutes, S.B. could not be detected. While on prolonged heating at this temperature, or heating at 45°C. for 5 minutes, the extracts did not lose their S.B.

S.B. of KCl extracts of muscles was destroyed on heating above 42°C., except that of squid meat which did not lose its S.B. at 50°C. (table 2).

It was surprising to find that H_2O extract of mollusk meat retained the S.B. even when heated at 70—80°C. for 5 minutes. If KCl was added to H_2O extract, S.B. was destroyed on heating at the same temperature as that of KCl extract (table 3). It seems that KCl might cause dissociation of particles contained in the H_2O extract into ones which were perhaps as smaller as those contained in KCl extract.

4. When meat was kept at −15°C. for 1—2 weeks, S.B. did not appear in extracts of frozen meats of most animals experimented, but it did in extract of squid meat kept frozen even for one month (table 4).

1954年6月11日受理(印刷費負担)東海区水産研究所業績 B 第157号

Stability of squid meat against freezing was also observed in case of freezing KCl extract; namely, when KCl extract of muscle was frozen, fish lost its S. B. after 1—2 days in contrast with squid giving S. B. as long as 5 days (table 5).

If H_2O extract of squid meat was frozen even for one day, a bulk of precipitate formed and S. B. was not observed. In this connection, Snow[8] found that freezing caused extensive denaturation of actomyosin when the protein was in the form of suspended gels, but not when it was dispersed in salt solution.

5. It could be suggested that water extract of mollusk muscle might contain actomyosin as suspended particles composed of many molecules.

直交した偏光板の間に非対称の形をした粒子を含む溶液を置いて観察しても視野は暗いがこの液に回転運動をさせると視野は明るくなり黒い十字が現われる。この現象は流動複屈折（以下 S. B. と略記）とよばれ溶液中の粒子が流動によつて一定方向にならぶため溶液が光学的に異方性となりこれを通過する光が複屈折するためである。この複屈折は粒子自身が異方性でしかも相当に大きい時にとくに顕著であるが，小分子でも速度勾配が大きくなれば S. B. を示すようになる。また定量的に取扱えばこの S. B. の強さ，消光角から粒子の大きさ，形を知ることも出来，蛋白質についてもこの方法で分子量，形状の測定が多く行われている[1]。

簡単に考えれば，分子量が大きく，かつ細長い粒子は溶液中で配向しやすいから低速度勾配でも S. B. があらわれることは容易に理解しうる。例えば筋肉の主要成分である所謂 myosin (actomyosin) は 0.5～5 μ の非常に細長い粒子であり，その溶液は強い S. B. を示し，直交偏光板の間においた myosin 溶液を硝子棒で攪拌するという非常に簡単な操作でも複屈折が認められる位である。Edsall & Mehl[2] は myosin 溶液にロダン塩，$CaCl_2$, $MgCl_2$ 等を加えたり，pHの調節，加熱などの処理をすると，このような方法では S. B が認められなくなる程非常に低い値となることを報告している。この変化は actomyosin が actin と L-myosin に解離したり，変性をうけることによつて分子の長さが短くなつたためとされている。逆に低速度勾配で S. B. が認められるということは，溶液中に細長い高分子量の粒子が存在していることを意味するといえよう。

我々は簡単な流動複屈折検出装置を試作し定性的ではあるが種々水産動物肉を用いて抽出液の S. B. をみたがこの方法が肉蛋白の変化を追跡するのに極めて有用であることを知り，また軟体動物の水抽出液が S. B. を示すこと，S. B. の安定性が動物の種類によつてちがうこと等興味ある事実をみた。

我々が使用した流動複屈折検出装置は第1図の如くで，偏光子，検光子としての2枚の偏光板，試験液を入れたビーカーをのせる支持台（ボールベアリングで円滑に回転しうる），支持台に回転運動を与える手まわし車から出来ている。支持台は毎分 100～250 回転の速さで動かして S. B. を観察する。

この装置では液の S. B. が強い時には液を流動させた際はつきりした黒十字が認められ，容易に S. B. を示すことを検出しうるが，液の S. B. が弱い場合には回転数をあげても視野は暗いまゝで* 液が S. B. を示しているか否かの判定を下すことは難しい。この装置はあくまでも定性的なもので S. B. がこれによつて認められないということは，液が S. B. を示さないことを必ずしも意味するものではなく，認め難い程弱いということで，適当な装置を用い速度勾配を大にすれば S. B. を示すことは充分にありうる。いろいろ実験を行つた結果，偏光子を出た光の通過する液層中に存在する S. B. を示す蛋白量が S. B. 検出に大きく関係することを経験した。同一蛋白濃度の液なら液層の厚い程，同一液層なら蛋白濃度の高い液程はつきりと S. B.

* 液の S. B が弱い時は視野がやゝ明るくなりはつきりした黒十字は認められないが，黒い蔭が流れるように認められるので判定出来ることもある。

が認められる。従つてこの装置を用いて実験する場合には S. B の観察条件を一定にして行わなければ比較実験をすることは出来ない。我々は底をみがきガラスとした内径 4.5 cm のビーカーを用い液量 10 cc（液層約 1.2 cm）として行つた。

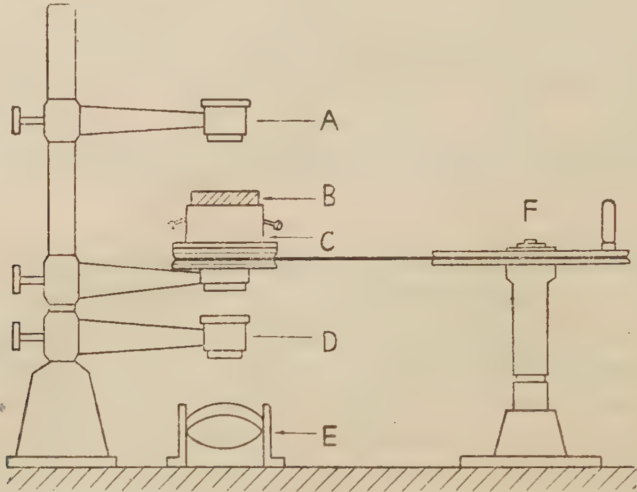


Fig. 1. Diagram of the apparatus for detecting streaming birefringence (not to scale).

流動複屈折検出装置

A : analyzer 検光子 B : beaker with liquid tested ビーカー
C : rotary bench supporting beaker 支持台 D : polarizer 偏光子
E : mirror 鏡 F : hand-wheel for moving the bench 手まわし車

実験結果及び考察

1. 魚介肉水抽出液の S.B.

抽出液の作製には2通りの方法を用いた。1つは肉に海砂を加えて乳鉢で磨砕，これに抽出剤を徐々に加えてよく混和する。他の1つは blender を用い肉と抽出剤とを同時に入れて1分間破砕抽出する。抽出剤は肉に対し5倍，または20倍を用いた。抽出操作後 3500～4000 r.p.m. で 10 分間遠心分離し上澄液の S.B. を検した。尚抽出は特に温度を調節することはせず室温（10～20°C）で行つた。

抽出剤として 0.6 MKCl（$NaHCO_3$ を用い pH 8.1 に調節）を用いた場合，実験に用いた大部分の魚介類（ある種の貝類を除く）の肉抽出液は，はつきりと S.B. を示す*。塩溶性蛋白である actomyosin は 0.6 MKCl 抽出液には溶解して来ている筈であり S.B. を示すことは当然であろう．また抽出剤として蒸溜水を用いた場合には魚肉では S.B. を示さない。これは actomyosin は水に不溶であるから水抽出液（厳密には肉中の無機塩の稀薄溶液）には溶けて来ないか，溶けてもごく僅かであるからと説明出来る。

しかし軟体動物に属するイカ，貝類の肉の水抽出液は極めて強い S. B. を示す。このことはこれらの肉の水抽出液中に actomyosin が溶出して来たと解釈すべきであろうか。また軟体動物では actomyosin 以外に S B. を示す物質が存在してこれが水にとけて来たとも考えられる。事実血液色素蛋白である hemocyanin が S.B. を示すこと[3] が知られているが肉蛋白にくらべてその量はごく少いと思われるし，軟体動物の水抽出液にはかなりの肉蛋白が溶出してくることが松本[4] によつて証明されているので S.B. を示すものは肉蛋

* 活鰹の場合に KCl 抽出液が非常に混濁し，S.B. が認められなかつたのを経験したこともある。

Table 1 S.B. in extracts of muscles of aquatic animals with 0.6 M KCl (pH 8.1) or H_2O (extractant/muscle/=20/1)
0.6 M KCl (pH 8.1) 及び H_2O 抽出液の S.B. (抽出剤/肉=20/1)

抽出剤	extractant	0.6 MKCl	H_2O	抽出剤	extractant	0.6 MKCl	H_2O
コイ	Carp *Cyprinus carpio*	+	−	スルメイカ	Squid I *Ommastrephes sloani pacificus*	+	+
サバ	Mackerel *Scomber japonicus*	+	−	ヤリイカ	Squid II *Loligo bleekeri*	+	+
アジ	Horse mackerel *Trachurus japonicus*	+	−	アワビ	Ear shell *Haliotis gigantea*	+	+
トビウオ	Flying fish *Cypselurus agoo*	+	−	バカガイ	Hen clam *Mactra sulcataria*	+	+
ムシガレイ	Sole *Xystrias grigorjewii*	+	−	アサリ	Baby clam *Venerupic phylippinarum*	−	+
ボタンエビ	Shrimp I *Pandalus nipponensis*	+	−	タイラガイ	Fan shell *Pinna pectinata japonica*	−	+
サルエビ	Shrimp II *Trachypeonaeus curvirostris*	+	−	シロネズミ	Rat (control) *Rattus norvegicus*	+	−
クルマエビ	Prawn *Penaeus japonicus*	+	−				

+ : S.B. was detected by the apparatus employed in this study.
− : S.B. was not detected.
The same symbols were used in table 4 and 5.

白のある成分ではなかろうか？

一般に魚肉の組織はイカ等よりも複雑であり，機械的にも磨砕され難い。我々が抽出液をつくる場合に海砂で磨砕する方法と blender による方法とを用いたが死後ある程度時間のたつた魚肉では海砂法でつくつた KCl 抽出液には S.B.が認められないが，blender 法の抽出液では認められることを屢々経験した。このような抽出方法如何によつて抽出液のS.B.が認められないということはイカ肉の場合には経験されず常にS.B.が認められる抽出液が得られた。このような抽出性の難易が或はイカ肉の水抽出液では S.B.が認められる原因とも考えられるが，魚肉を blender で反覆して磨砕抽出したが S.B.の認められる抽出液はついに得られなかつた。

またイカ[5]，貝類[6] の肉の等電点は約 4.8 で，魚肉の 5.3 にくらべて酸性側にずれている。5倍量の水で抽出する場合には，軟体動物では pH 6.5～9.0 で S.B.が認められる* が，軟体動物と同様等電点が低い (4.8附近) エビ類[6] では pH 6.5 附近では S. B.は認められず，8.0～9.0 で S. B.を示すだけである。又魚肉では抽出液の pH をかなり高くしても S.B.は認められなかつた。軟体動物肉の水抽出液が S.B.を示すことは単に肉蛋白の等電点と抽出液の pH との関係では説明できない。

軟体動物の肉を 20 倍量の水で抽出し遠心分離すると，上澄液，沈澱，及び半透明な流動性の中間層の3層に分れ，上澄液は S.B.が認められない。しかし反覆水抽出を行うと第2回目からは上澄液に S.B.が認められるようになる**。また中間層を水に懸濁させたものも強い S. B.を示す。なお水抽出液がこのように3層にわかれることはエビ類でも認められ，この場合反覆抽出を行つても上澄液には S. B.は認められなかつた。たゞし中間層の水懸濁液は強い S. B.を示す。魚肉では上澄液と沈澱の2層のみで半透明な中間層は認められない。しかしコイ肉，カレイ肉でもこの沈澱を水に懸濁させると S. B.を示すことを経験した。この

* タイラガイのみ示さなかつた。

** アワビでは第一回でも＋

様にエビ類や魚肉でも水抽出液の洗澱部分の水懸濁液が S. B.を示すという事実と考えあわせると，軟体動物では S.B.を示す蛋白が水に懸濁しやすいため水抽出液が S.B.を示すとも考えられる。

貝類の水抽出液は非常にはつきりした S.B.を示すのに対して KCl 抽出液は S.B.はあつても弱く(アワビ，バカガイ)また認められないものもある*(アサリ，タイラガイ)。

タイラガイの水抽出液を2分し，1つは水で他の1つは KCl (濃度 0.5 M になるようにして)で階段稀釈を行うと，水で稀釈した場合には8倍でも S.B.は認められるが，KCl 稀釈では S.B.が認められるのは4倍までであり，KCl の存在は S.B.の安定性を低くするとも考えられる。

S. B.を示す物質の本体が何であろうと軟体動物の肉の水抽出液が他の魚介肉の水抽出液とちがつて強い S.B.を示すことは興味あることである。

我々が実験に用いた魚介類は，鯉，クルマエビ（対称に用いた白鼠）以外は凡て死後相当時間の経つたと考えられる市販品であるが，いずれも KCl 抽出液が S.B.を示すという結果を得た。鯉を用いて鮮度と S.B.との関係をみたが，肉又は抽出液がかなりの腐敗臭を出すようになつてもなお S. B.を示す。またイカ肉でも腐敗臭が発するようになつても，その水抽出液には S.B.が認められた。

2. 魚介肉蛋白の S.B の安定性

動物の種類によつて加熱，凍結に対する肉及び肉抽出液の S.B.の安定性がちがつていることを認めた。

A. 加熱に対する安定性

イ. 肉を加熱する場合

肉を約 0.5 cm 角に細切し，これを一定温度の水浴中に5分間浸漬，冷却後肉に対して 20 倍量の 0.6 M KCl (pH 8.1) または H_2O で blender 法によつて抽出した。H_2O抽出は通常 2～3 回繰返し行つた。加熱肉の抽出液に S.B.の認められる最高加熱温度は第2表の通りでイカ肉（70°C）は他の魚介肉（約40°C）にくらべて非常に高い。

Table 2 Stability of S.B. against heating

S.B.の耐熱性　S.B.の認められる最高温度（C°）

Test animal	①肉を加熱した場合 Extracts of heated meat with		②抽出液を加熱した場合 Heated extracts of		Test animal	①肉を加熱した場合 Extracts of heated meat with		②抽出液を加熱した場合 Heated extracts of	
	KCl	H_2O	KCl	H_2O		KCl	H_2O	KCl	H_2O
コイ Carp	35		40	(60)	ヤリイカ Squid II	65	65	50	>70
カレイ Sole			38	(60)	アワビ Ear shell			<45	>85
トビウオ Frying fish	35		37		バカガイ Hen clam	65	65	35	>75
ボタンエビ Shrimp I	35		30	(40)	アサリ Baby clam				50
サルエビ Shrimp II			35		タイラガイ Fan shell				>75
クルマエビ Prawn			40	(40)	シロネズミ Rat			40	
スルメイカ Squid I	70	60	50	>80					

Figures indicate the highest temperature (C°) at which S.B. could be detected in extracts of heated meat or in heated extracts, and figures in parentheses show those of heated aquatic suspension of water-extracted-residue.

Meats were heated in water bath with given temperature for 5 minutes, and extracts were done after they reached at given temperature for 5 minutes. (Temperature of extract rose in 3—4 minutes to given temperature in water bath.)

* カタツムリも KCl 抽出液 ―，水抽出液 ＋ であることが知られている[4]。

actomyosin は 45°C 附近から熱凝固を始めることが知られているが，多くの魚介肉で 40°C 以上に加熱すれば S.B.を示す抽出液が得られないのは actomyosin が凝固したゝめであろう。

面白い事にイカ肉（スルメイカ，ヤリイカ）を加熱する場合 40°C，5分加熱では，KCl，H_2O 両抽出液とも S.B.が認められないが，35°，45°，5分では，ともに S.B.が認められ，また 40°C で 10~15 分以上加熱すると S.B.は再び認められるようになる。このことから加熱イカ肉で S.B.を示すものが，40°C より高温の場合と低温の場合とでは違った性質のものであるとも考えられる。

ロ．抽出液を加熱する場合

肉の 0.6 M KCl 及び H_2O 20 倍抽出液を小型試験管にとり一定温度の水浴中に入れ，液温が水浴の温度と平衡に達してから5分間浸漬，直ちに冷却して S. B.を検した。大低，水浴に入れてから 3~4 分で平衡に達する。S.B.の認められる最高加熱温度は第2表の通りである。

一般に KCl 抽出液は 37~40°C まで S.B.が認められるが，43~45°C では S. B.は認められない。この温度は原田氏[7]が粘度の測定から求めた actomyosin の凝固温度と一致し凝固蛋白量から求めたいろいろの研究者の値に近いものである。しかしイカでは S.B.のみえなくなる温度は他のものに較べ，約 10°C も高く 53°C 以上で始めて認められなくなる。このことは，イカの actomyosin は他のものにくらべて高い凝固温度をもつているのであろうか。または全肉の抽出液を用いているのでイカ肉には何か耐熱性をますような物質が共存しているためであろうか。なお，イカ肉を加熱した場合にみられた 40°C での特異性はこの際には見られなかつた。

軟体動物の H_2O 抽出液* は強い S.B. を示すが熱に対する安定性も KCl 抽出液よりもはるかに高く，アサリの 50°C を除けば 70~80°C の高温にさらしても S.B.は消失しない。しかし沸騰水中に浸漬すれば蛋白の凝固がおこり S.B.は認められなくなる。

このように S. B を示す H_2O 抽出液は熱に対して極めて安定であるが，これに KCl を加えると耐熱性が著しく低下し略 KCl 抽出液の S.B.の消失する温度と同じになる（第3表）。このことから判断すると KCl を加えることにより，H_2O 抽出液で S.B.を示す蛋白が何らかの変化をうけて耐熱性が低下したとも考えられ，更に H_2O 抽出液中で S.B.を示すものは KCl 抽出液と本質は同じもので，たゞ何か熱に対し安定な状態（形）で存在しているとも想像される。

Table 3 Lowering of thermal stability of S.B. in H_2O extracts by addition of KCl

水抽出液を稀釈した場合，S.B の認められる最高温度(°C)

稀釈剤 (1:1) dilutant		H_2O	1 M KCl
スルメイカ	Squid Ⅰ	>70	52
ヤリイカ	Squid Ⅱ	>70	50
アワビ	Ear shell	>75	40
バカガイ	Hen clam	>75	40
タイラガイ	Fan shell	>75	35
コイ	Carp	(60)	(38)
カレイ	Sole	(60)	(35)

See table 2 for explanation of figures. H_2O extracts of meat were divided to halves; a part of them was diluted with the same volume of H_2O and the other done with 1 mole. KCl. Thermal stabilty of extracts was not affected by dilution with H_2O, but lowered by dilution with KCl to the same stability of KCl extracts.

B．凍結に対する安定性

イ．肉を凍結した場合

肉を −15°C で凍結，貯蔵して S.B.の消長を見た。凍結肉を解凍後 0.6 M KCl または H_2O で blender を用いて抽出した。実験に用いたほとんどすべての動物肉は，凍結後 1~3日では KCl 抽出を行うと S. B.を示すが凍結期間が長くなるとイカ肉以外では S.B が認められない。

* エビ類の水懸濁液の S.B.は KCl 抽出液同様 40°C 以上では S.B.を失うが，コイ，カレイの水懸濁液の S.B.は 60°C でも認められる。しかしこの場合 KCl を加えると 40°C 附近にまで低下する。

Table 4 S.B. in KCl extracts of frozen muscles
凍結肉の KCl 抽出液の S.B. （ ）水抽出液

Days storage at −15°C 凍結日数（−15°C）		1	7	14	30
コ イ	Carp	+	{+ −	−	
トビウオ	Flying fish	+	−		
ボタンエビ	Shrimp I	+	+	+	−
クルマエビ	Prawn	+			
スルメイカ	Squid I	+	+(+)	+(+)	+(+)
ヤリイカ	Squid II	+	+(+)	+(+)	+(+)
アワビ	Ear shell	+	−		
タイラガイ	Fan shell	+	−(−)		
バカガイ	Hen clam	+	−(−)		

Symbols in parentheses indicate S.B. of H_2O extracts.

また H_2O 抽出液が S.B. を示すイカ，貝類の肉は凍結すると貝類は1週間経つと水抽出液に S.B. は認められなくなるが，イカ肉では1ケ月以上でもなおS.B.を示す(第4表)。

なお市販の冷凍品でもイカは H_2O，KCl 抽出液とも S.B. を示す* が魚肉では認められなかつた。

このようにイカ肉は凍結しても肉の抽出液の S.B. は長期間にわたつて検出される。

ロ. 抽出液を凍結した場合

上記同様調整した肉の KCl 抽出液または H_2O 抽出液を −15°C に凍結，貯蔵して解凍後の S.B.を検した。

魚肉の KCl 抽出液は 1〜2 日以上凍結すれば S.B.が認められなくなる。これに対してイカ（スルメ，ヤリ）肉の KCl 抽出液は5日間凍結しても S.B.を示すが6日以後では S.B.は認められなくなり，抽出液を凍結した場合にも肉を凍結したと同様イカ肉は魚肉に較べて凍結に対する安定性が大きいことがわかる。

Table 5 S.B. in frozen extracts
凍結抽出液の S.B.

	Days storage at −15°C 凍結日数（−15°C）		1	3	5	7
KCl extracts KCl 抽出液	コ イ	Carp	−	−	−	−
	トビウオ	Flying fish	−	−	−	−
	スルメイカ	Squid I	+	+	+	−
	ヤリイカ	Squid II	+	+	+	−
H_2O* extracts 水抽出液	スルメイカ	Squid I	−	−	−	−
	ヤリイカ	Squid II	−	−	−	−

* A large amount of precipitate formes in defrosted H_2O extract.

イカ肉の H_2O 抽出液は KCl 抽出液にくらべて加熱に対する安定性は，はるかに高いことを認めたが，H_2O 抽出液を凍結すると1日凍結しただけでも多量の不溶性凝集物が出来，S.B.は認められない。すなわち凍結に対しては加熱とは逆に KCl 抽出液の方が水抽出液よりも安定ということになる。

Snow[8] によれば sol の状態の actomyosin は gel の状態の場合よりも凍結による変性をうけにくい。このようなことや上記の魚肉でも水抽出残渣の懸濁液は S.B を示すこと，及び軟体動物肉の水抽出液のS.B.の耐熱性は KCl の添加によつて KCl 抽出液と同じにまで低下することと考え合せると，イカ等軟体動物肉の水抽出液中では actomyosin は溶解しているというよりも，幾つかの actomyosin 分子が micelle のような形（KCl で解離される）をして懸濁に近い状態で存在しており，かゝる状態であるため加熱に対しては安定であり，逆に凍結に対しては不安定であるという考え方も出来るように思われる。

摘 要

1. 魚介肉の Kcl 抽出液は一般に S.B. を示すが軟体動物肉の水抽出液にも極めて強い S.B. がみとめられる。

2. 軟体動物肉の水抽出液は 70〜80°C で数分間加熱しても S.B を失わず KCl 抽出液にくらべ耐熱性

* 長期間凍結した肉抽出液は S.B.を示すが，抽出されないで膨潤する蛋白の量が多くなつてくる。

が非常に大きい。しかし水抽出液に KCl を加えれば KCl 抽出液と同じ安定度にまで低下する。また凍結した場合には KCl 抽出液よりも早く S.B.を消失する。

3. イカの KCl 抽出液を 50°C に加熱しても S.B.が認められるのに対し，他の魚介肉の抽出液は 45°C 以上に加熱すれば S.B.を消失する。また肉を加熱した場合にもイカ肉は魚肉よりも耐熱性が大きい。

4. イカ肉の S.B.は他の魚介肉にくらべて凍結に対しても安定である。

5. 軟体動物の水抽出液中では actomyosin が溶解というよりも懸濁に近い状態で存在しているのではあるまいか。

終りに本研究に対し御助言をいただいた右田正男先生に心から謝意を表する。

文献

1) 最近の流動複屈折の綜説には，
J. T. Edsall: Advances in Colloid Science **1** 269, (1942)
R. Cerf & H. A. Scheraga: *Chemical Reviews* **51** 185, (1952)

2) J. T. Edsall & J. W. Mehl: *J. Biol. Chem.* **133** 409, (1940)

3) O. Snellman & X. Bjornstahl: *Kolloid Beihelfte* **52** 403, (1941)

4) 松本重一郎：日本水産学会関東支部例会講演（1954, 5 月）

5) 岡田稔，多田節子：日本水産学会誌 **19** 178 (1953)

6) 岡田稔：未発表

7) 須山三千三：日本水産学会誌 **17** 135, (1952)

8) J. M. Snow: *J. Fish. Res. Bd. Can.* **7** 599, (1950)

魚体カタラーゼの研究—II. 魚体におけるカタラーゼの分布

福田博業・樋口俊昭
（宮崎大学農学部水産化学教室）

Studies on the Catalase of Fishes—II. Distribution of Catalase in the Fish-organs.

Hironari FUKUDA AND Toshiaki HIGUCHI

Distribution of catalase in various fishes and fish-organs was determined by modified Sumnner's method, as descrived in the former report. Determined catalase capability is expressed as Kat. f. and catalase intensity as Cat. i. for one gram of the fresh tissues. Catalase distribution markedly varies in the individuals, species and organs. Liver leads the list in catalase contents and next come kidney and pyloric coeca in this respect. Red meat is richer in catalase than the white meat. Brisk fishes, such as sardine, horse-mackerel, Katsuwonus, Precoglossus, etc., are richer in liver catalase than the tardy fishes, such as globe-fish, gobioid-fish, etc. Large pelagic fishes, such as Neothunnus, Seriola, Scomberomorus, etc., are comparatively poor in liver catalase, but richer in the red meat catalase, a fact indicating that the red meat of pelagic fishes is not only a muscle, but also an organ quite distinct from it.

緒言

各種の魚体中に含まれるカタラーゼの分布についてはあまり報告が見当らない。著者等はさきに第1報に記載した方法に従い，各種魚体中に含まれているカタラーゼの強さを測定し，魚体各部ならびに魚種による差異を比較した。生体内におけるカタラーゼの生化学的意義については今日なお明かにされてはいないが，本実験の結果から，魚の運動性とそのカタラーゼ作用の強さとの間に何等かの関連性があるのではないかと思われるので，その結果について報告する。

実験と結果

I 測定の方法。

酵素液の調製並にカタラーゼ作用力の測定は，ほぼ Sumnner 法に準じ，前報[1]記載の方法に従つた。カタラーゼ作用力の表示は Kat. f.（抽出酵素液中の乾物 1 g に相当する $k_{(t\to 0)}$ の値）と Cat. i.（新鮮組織 1 g に相当する $k_{(t\to 0)}$ の値）とを以て表した。使用した魚体は網場又は魚市場に於て得られる限り新鮮な個体を以て測定に供することを注意した。従つてこの測定の範囲においては，個体の鮮度による誤差は無視し得るものと認めた。

II 同一魚種における肝カタラーゼの変異。

同魚種における肝カタラーゼの強さを測定し，その個体差を季節的に比較して，Table 1 の結果を得た。

1954 年 1 月 21 日受理

Table 1. Seasonal change of fish-liver catalase.

Sample	Season (Date of determ.)	Kat. f.	Cat. i.	Sample	Season (Date of determ.)	Kat. f.	Cat. i.
Liver of Neothunnus (Jap. name : Kihada)	19, July	11.98	2.07	Liver of Neothunnus (Jap. name : Kihada)	22, Sept.	24.72	3.23
	20, 〃	11.54	2.43		24, 〃	14.93	2.23
	21, 〃	5.04	1.23		mean	17.99	3.59
	23, 〃	10.00	1.58		8, Oct.	16.18	2.97
	24, 〃	11.15	1.24		9, 〃	14.87	2.09
	25, 〃	16.01	3.57		〃, 〃	26.81	2.95
	mean	10.95	2.02		〃, 〃	15.42	1.79
	14, Sept.	17.95	4.49		mean	18.32	2.45
	〃, 〃	20.85	3 03		12, Dec.	15.50	4.65
	15, 〃	16.00	4.00		14, 〃	11.62	3.95
	〃, 〃	14.40	2.16		24, 〃	14.71	2.05
	22, 〃	17.08	5.94		mean	13.94	3.55

例としてキハダ（Neothunnus macropterus）の新鮮な肝蔵について測定した Table 1 の結果についてみると，同一魚種についても可なり著しい個体差が認められる。実験の範囲内においては個体の鮮度による差異は左程に著しくないと認められるので，このような個体差は主としてその魚の生活時における生理的条件に基くものと思われるが，その原因は明かでない。

肝カタラーゼの季節的変異についても一定の傾向は認め難いが，キハダ肝について，その平均値を比較してみると，7月頃特に低く，9月頃から高くなるように思われる。

Ⅲ　魚体各部におけるカタラーゼの分布。

多数の代表的魚種について，魚体各部の器官，組織中に含まれるカタラーゼの強さを測定した結果を，Table 2～4 に示す.

魚体各部に含まれるカタラーゼの強さは，予期の如く魚種によつて著しく異るけれども，同一魚種について比較するならば例外なく肝臓に最も多く含まれている。肝臓についで腎臓，幽門垂，鰓，血液等に多く含まれている。殊にカツオ，キハダ，ブリ，サワラ等の大型洄游魚の腎臓中には，肝臓と同程度に含まれているものがある。血合肉は普通肉に比してはるかに強く含まれていて，殊に洄游魚においてその傾向が強く，普通肉に比して 10 倍以上に達する。この事実は屡々指摘されているように血合肉が単なる筋肉にあらずして，或程度臓器的役割を果しているものであることを証明するものであると考える。特にカツオ，キハダ，ブリ，サワラ，サバ等の大型洄游魚においては肝臓中に比較的少く，血合肉中に比較的多い。また胸鰭筋肉のように運動に関係ある筋肉中には僅かではあるが，例外なく普通肉より多くのカタラーゼが含まれている。これらの事実もカタラーゼが生体内において運動生理に関与する酵素の役割を担うものであると考えられる。

Ⅳ　魚種による差異。

Table 2～4 についてみると，魚体中に含まれるカタラーゼの強さは，魚種によつて明らかな差異のあることが認められる。この差異は特に肝カタラーゼについて著しい。測定の範囲においては季節に関係なく，マイワシ，ウルメイワシ，マアジ，ムロアジ等の小型洄游魚の肝臓に最も強く Kat. f. ＞100，Cat. i. ＞20。これに対してキハダ，ブリ，サワラ等の大型洄游魚の肝臓中には意外に少く Kat. f. 20 内外，カツオ，サバ等がその中間の価を示している。これらの事実は前述の腎臓，血合肉等のカタラーゼの強さと併せ考えて，その魚の運動習性を示すものと考える。

比較的に運動性の鈍いと考えられる磯魚，底魚類の肝カタラーゼも案外に高い値を与え，(Table 3)，Kat.

Tabje 2. Catalase in the pelagic fishes. (Red meat fishes).

Genus name (Japanese name)	Season	Body weight (g.)	Liver wt. / Body wt. (%)	Liver		Kidney		Pyloric coeca		Red meat		White meat		Fin muscle		Gill	
				Kat.f.	Cat. i.	Kat.f.	Cat. i.	Kat f.	Cat. i.	Kat.f.	Cat. i.	Kat.f.	Cat. i.	Kat.f.	Cat. i.	Kat.f.	Cat. i.
Sardinops	Oct.	56	0.60	122.1	37.50			16.00	5.20	4.45	1.35	0.55	0.14			2.93	0.61
(Maiwashi)	Dec.	67	1.14	120.1	38.90	9.12	2.26	9.43	2.19	11.86	1.02	0.56	0.04			5.39	0.54
Etrumeus	Nov.	78	0.90	117.3	28.77	1.72	3.70	10.90	2.78	1.02	0.07	0.82	0.07				
(Urumeiwashi)	Jan.	120	1.04	106.1	27.60					2.65	0.98	0.63	0.15				
Trachiurus	Oct.	525	0.70	120.0	42.00	10.42	2.50	3.60	1.04	1.14	0.34	0.22	0.06	1.60	0.37	2.35	0.62
(Maaji)	Jan.	123	0.73	120.7	31.40					1.91	0.56	0.48	0.11				
Decapterus	Nov.	84	1.04	115.2	31.92	4.90	0.85	5.80	1.62	1.92	0.25	0.41	0.05				
(Muroaji)	Dec.	279	1.05	81.24	19.70	9.13	1.81	8.42	1.94	4.80	0.50	0.39	0.30				
Konosirus	Dec.	154	0.89	71.42	18.25	8.90	2.19	12.68	2.42	4.58	0.30	0.92	0.08				
(Konoshiro)																	
Cypsilurus	Nov.	225	0.98	67.19	15.36	19.23	0.50			2.53	2.54	0.98	0.06	1.30	0.11		
(Tobiuwo)																	
Scomber	Oct.	787	0.91	42.30	11.60			13.90	3.50	4.32	1.16	0.48	0.12			14.50	2.51
(Honsaba)	Jan.	480	0.75	42.50	16.10					3.48	1.18	0.46	0.13				
Katsuwonus	Oct.	5800	1.10	51.00	15.30	5.70	1.14	1.09	0.23	4.68	1.64	0.13	0.06				
(Katsuwo)	Oct.	3600	1.14	50.50	16.20	13.20	2.80	2.45	0.63	7.55	2.05	0.52	0.15	1.68	0.42	3.70	1.27
	March	5260	1.07	89.28	25.00					5.76	1.48	0.47	0.13				
Scomberomorus	Nov.	260	1.50	40.00	8.40	6.75	1.29	4.54	0.84	2.86	0.59	0.51	0.11	1.34	0.24	7.56	1.09
(Sawara)	Dec.	4200	1.60	22.60	2.80			2.70	0.17	8.00	0.76	0.42	0.03			10.50	0.45
	Dec.	7200	1.80	15.07	1.90											9.40	0.32
Neothunnus	Oct.	4200	1.29	14.60	2.50	9.20	2.12	0.60	0.14	3.53	0.97	0.72	0.08	0.75	0.20	3.27	0.89
(Kihada)	Nov.	9400	0.67	9.58	2.30	8.61	1.55	1.14	0.26	6.92	0.72	0.27	0.03	0.49	0.03		
	Dec.	2250	2.09	13.18	2.90	4.69	1.13	0.79	0.17	5.09	0.56	0.90	0.06	2.20	0.15	10.93	1.40
Seriola	Dec.	4890	0.78	21.39	2.61			3.70	0.24	3.44	0.26	0.26	0.02			8.60	0.21
(Buri)	Dec.	5180	0.77	20.80	2.73					5.60	0.40	0.53	0.03			4.63	0.19
	Feb.	9000	1.53	18.04	8.30	14.00	3.36			2.18	1.08	0.87	0.17	1.00	0.24		
	Mahch	7875	1.52	21.43	9.00					3.38	1.11	0.33	0.09				

Table 3. Catalase in the shore and bottom fishes. (White meat fishes)

Name		Season	Body weight	Liver wt. / Body wt.	Liver		Kidney		Red meat		White meat		Fin muscle		Gill	
Genus	Japanese		(g)	(%)	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. f.	Kat. f.	Cat. i.
Caranx	Kaiwari	Nov.	83.1	2.35	55.90	16.98	9.25	3.12	2.91	0.18	1.49	0.11				
Evynnis	Chidai	Nov.	85.6	1.10	37.66	12.33	6.66	2.00			0.64	0.05				
Oplegnathus	Ishidai	Oct.	2250	0.51	32.30	6.90			1.03	0.25	0.70	0.12	1.89	0.36	5.98	1.19
Lethrinus	Fuefukidai	Oct.	1540	0.88	27.58	4.00	4.10	0.94			0.23	0.05	0.80	0.17	3.36	0.37
Priacanthus	Chikamekintoki	Nov.	310	2.60	10.31	3.30			1.22	0.35	0.66	0.15	2.72	0.61	3.60	3.60
Euthyopteroma	Itoyori	Nov.	187	1.87	42.00	16.50					0.75	0.15			5.56	1.20
Chelidonichthys	Hobo	Oct.	610	1.26	30.90	10.90	29.31	8.50			0.32	0.07	2.75	0.44	20.00	3.22
Paralichthys	Hirame	Nov.	940	0.58	26.92	7.00	11.50	5.11			1.24	0.09				
Rhinoplagusia	Ushinoshita	Nov.	222	0.41	47.50	14.67	5.89	3.30			0.77	0.05				
Spheroides	Sabafugu	Dec.	310	10.43	4.34	1.00	0.47	0.19			0.23	0.02				

Table 4. Catalase in the fresh water fishes.

Name		Season	Body weight	Liver wt. / Body wt.	Liver		Kidney		Red meat		White meat		Gill	
Genus	Japanese		(g)	(%)	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.	Kat. f.	Cat. i.
Plecoglossus	Ayu	Sept.	21.8	0.67	67.74	23.83								
〃	〃	Oct.	19.8	1.05	96.40	29.14								
〃	〃	Nov.	37.1	1.00	144.40	26.00	30.88	2.10			1.14	0.23	6.37	0.84
Oncorhynchus	Amenouwo	Oct.	99.0	0.91	71.42	22.2	13.48	2.41	2.29	0.18	2.43	0.14		
Salmo	Nijimasu	Oct.	85.2	0.84	65.62	29.14	10.71	2.88	0.68	0.06	0.26	0.02		
Mugil	Ina (Bora)	Nov.	220	1.51	66.28	17.21	10.65	14.44	1.36	0.13	0.46	0.04		
Cyprinus	Koi	Oct.	373	1.47	61.78	17.69			3.42	0.37	0.67	0.11		
〃	〃	Dec.	960	0.88	58.23	19.80			1.61	0.54	1.10	0.23	4.03	0.67
Carassius	Funa	Oct.	26.2	2.48	56.01	19.33								
〃	〃	Dec.	205	1.27	42.32	11.85			1.93	0.54	0.63	0.11	5.71	0.96
Ophiocephalus	Laigyo	Dec.	586	1.19	43.09	13.25	6.90	1.65	2.27	0.20	0.85	0.07		
Parasilurus	Namazu	Nov.	363	1.51	33.33	8.60	3.30	0.40	0.70	0.08	2.00	0.12		
Acanthogobius	Mahaze	Dec.	23	3.48	10.95	4.00	8.33	1.25			0.36	0.03		

f. 20～50，Cat. i. 5～16 位の値を示してはいるが，特に運動性の鈍いフグ，ハゼ等の肝臓は特別に低い値を示している。

淡水魚についてみると（Table 4），急流に住み特に急激な運動をなす鮎の肝臓が Kat. f. 100 内外の値を示し，これに次いで鱒類が可なり高い値を示している。コイ，イナ，フナ等も相当に高い値を与えているが，ナマズ，カムルチーのような運動の鈍い魚の肝臓には比較的に低い。

以上の事実からして，魚肝（血合肉についても同様）中に含まれるカタラーゼの強さは，その魚種の運動習性と密接な関係があることを示す一つの有力な事実であると考える。

尚魚体重量に対する肝臓重量比％とその魚肝の含むカタラーゼの強さとの間には一定の関係は認められなかつた。

考 察 と 要 約

以上の結果から次のことが要約される。

1. 洄游性魚類，磯魚及び底魚，淡水魚類の代表的魚種について組織内カタラーゼの分布を測定した。

2. 同一魚種についても可なり個体差が著しい。

3. 一般に肝臓に最も多く，次いで腎臓，幽門垂，鰓，血合肉に多く，普通肉には極めて少い。

4. 肝カタラーゼは運動活潑な小型洄游魚（例マイワシ，ウルメイワシ，マアジ，ムロアジ，等）やアユに最も強く，運動の鈍いフグ，ハゼ，ナマズ，カムルチー等に最も弱い。

5. 大型洄游魚（例ブリ，キハダ，サワラ，カツオ等）の肝カタラーゼは比較的に弱いが，その代りに血合肉中のカタラーゼが比較的に強く，血合肉が或程度臓器的役割を果しているものと考えられる。

6. 胸鰭筋肉中には例外なく普通肉より多く含まれている。

7. 以上の事実から魚体組織中に含まれるカタラーゼの強さは，その魚の運動習性と密接な関係があるものと考えられる。

このような事実が何に原因するか，或は如何なる意味を有するかを証明する資料は見出されないが，洄游魚類（Table 2）と定着魚類（Table 3），或は淡水魚類（Table 4）を比較してみても，明らかな傾向の認められることは，カタラーゼの強さと習性との間に何等かの関連の存在することを示しているものと考えられる。

本研究の一部は昭和 28 年度文部省科学研究助成費によるものである。尚測定に協力された宮園逸郎，小椋重文，篠原千佐子の諸君に謝意を表する。

文 献

1) 福田博業：日水誌，20，140 (1954).

2) 〃 ：医学と生物学，31，291 (1954).

ビタミンKの抗菌作用機構—II. SH-groupとの反応に就て

北御門 学・森 閑男
（九州大学農学部水産化学教室）

Studies on the Mechanism of the Antibiotic Action of Vitamin K—II. On the Reaction between V.K and Sulfhydryl Group

Manabu KITAMIKADO and Shizuo MORI

The reaction between vitamin K and sulfhydryl group, which takes place in dilute acid solution and broth, and also the action of V.K on the cell protein of microbes have been studied. The results obtained are as follows:

(1) V.K reacts with sulfhydryl group in dilute acid solution and broth as well as in alkaline solution.

(2) As to *Micrococcus persflavus* and *Bacillus subtilis* the growth of which is inhibited by $V.K_3$, the colour of the cells changes immediately to light yellow from white in ammonia solution containing $V.K_3$, while *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, the growth is not inhibited, do not change the colour.

(3) Amounts of sulfhydryl group contained in the cell protein decrease after reacting with V.K.

緒　言

第1報[1]に於てビタミンKはSH化合物と拮抗し，SH毒と協力する事を報告した。V.Kの抗菌作用がSH基の阻害に原因するものであるならば，V.Kが抗菌作用を示すあらゆる培地中でSH基と作用する筈である。$V.K_3$がアルカリ性水溶液でSH化合物と反応する事はすでに知られているが，弱酸性であるハイダック培地又はキノーンと反応するアミノ酸を含有する肉汁中でも反応するかどうかは検討されていない。又V.Kとの作用はSH化合物の種類によつて当然異るものであるから，菌体細胞蛋白或は酵素等に含有されているSH基と作用するかは不明である。

著者等はV.KのSH基に対する作用を検討し若干の結果を得たので報告する。

実験及び考察

1. 微酸性溶液中に於ける$V.K_3$とシステインとの反応

1 mg/cc の 1-システイン塩酸塩 100 cc と 0.2 mg/cc の $V.K_3$ 10% アルコール溶液 50 cc 及び燐酸塩緩衝液 (pH 6.25) 50 cc を混和し，30°C の恒温槽中で反応させた。一定時間毎に，反応液 20 cc を 2N-HC 15 cc 中にとり，0°C に於てヨード法[2]によつて残存システイン量を測定すると第1図のようになる。反応液の PH はペプトン・ハイダック培地と同じ 5.2～5.4 となつており，反応進行中の変化はない。

1954年1月21日受理

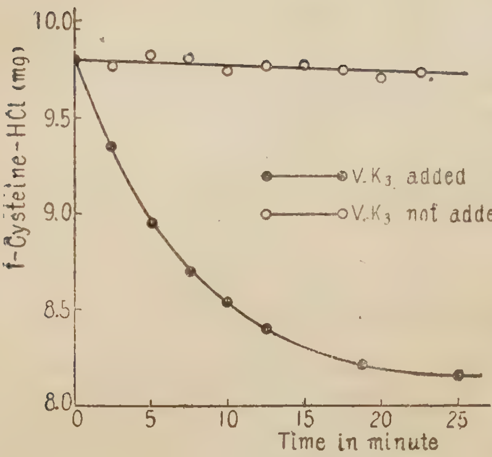


Fig. 1. Reaction between V.K_3 and 1–cysteine –HCl in dilute acid selution.

使用した l−システイン塩酸塩は金属亜鉛を用いて還元[3]したものである。

細菌の繁殖に当つてその誘導期は数時間内であるから，V.K の抗菌作用が SH 基の阻害に原因するものであるならば，その反応は相当短時間内に起るものと考えられるが，この実験結果では微酸性に於ても V.K_3 は数分内でシステインの SH 基と作用している。

2. Amperometric titration による SH 化合物の定量

着色した試料中の SH 化合物の定量又は V.K_5 の如くヨードを消費する化合物と SH 化合物との反応の検討等に際し SH 化合物の定量法にヨード法を用いるのは非常に不便である。Kolthoff 等[4)5)] の Amperometric titration は SH 化合物の定量に利用され，操作は簡単で且つ非常に正確な結果が得られているが，この方法では安定な銀イオンを得る為に滴定時に比較的強いアルカリ性(pH 約 10)が要求されるので，SH 化合物の量変化を追究する場合に反応液中での真の SH 化合物量を滴定しているか疑問であり一応の吟味を要する。そこで $AgNO_3$ は 10^{-3} M，測定液 20 cc 中の NH_3 濃度は 0.25 M，NH_4NO_3 は 10^{-1}M とし，自動回転白金電極には −0.3 V の電圧をかけて VK_3 とシステインとの反応を繰返してみたが，その結果はヨード法と全く同一であつたので以後の実験には SH 化合物の定量にこの方法を採用した。

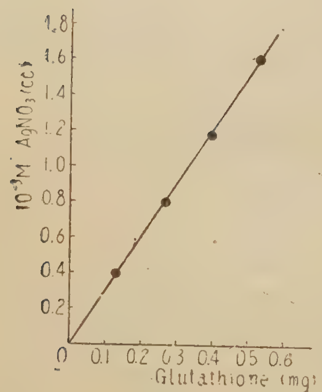


Fig. 2. Amperometric titration of glutathione added to broth.

3. 肉汁中に於ける V.K_3 とグルタチオンとの反応

肉汁 10 cc に各濃度のグルタチオン水溶液を添加，混和後 Amperometric titrationを行つたところ第2図の如く添加グルタチオン量と 10^{-3}M $AgNO_3$ の滴定値は比例している。なお水中に於てグルタチオンを定量すると肉汁中での滴定値と同一であつたので，この方法によると肉汁中でもグルタチオンの定量が可能である。又肉汁自身には SH 基は殆ど存在しない。

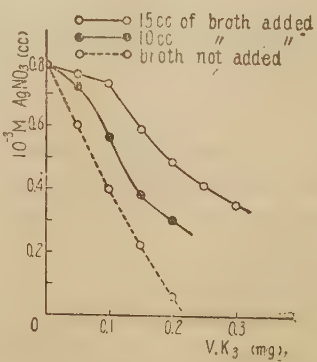


Fig. 3. Reaction of V.K_3 and glntathione in broth.

次に測定液 20 cc 中の肉汁含有量が 0～15 cc である試料に 10^{-3}M $AgNO_3$ 0.8 cc 相当のグルタチオン水溶液を混和後，所要の V.K_3 50% アルコール溶液を添加，室温に 30 分放置した。反応後のグルタチオンを滴定し第3図の結果を得たが，肉汁の濃度が増すにつれて多量の V.K_3 を添加しなければグルタチオンと 30 分以内に反応させ得ない。このことから肉汁中には V.K_3 とグルタチオンとの反応を阻害す

る物質が存在すると考えられるが，必要量以上の V.K$_3$ の添加によつては肉汁中でもグルタチオン -SH は明かに減少している.

4. 菌体細胞蛋白 SH 基と V.K$_3$ との反応

V.K$_3$ により生育を阻害される菌として *Bacillus subtilis*, *Micrccoccus perflavus* 及び *Flavobacterium marinum* Var.，生育を阻害されない菌として *Pseudomonas aeruginosa*, *Esherichia coli*, 及び *Proteus vulgaris* を用い，いづれも 30 枚のシャーレ中で肉汁寒天培地に 37°C, 18 時間培養した菌体を，なるべく培地を混入せしめないように蒸溜水で洗い集め，遠心分離後更に蒸溜水で 2 回洗滌し，再び蒸溜水に懸濁させた。

かくして集めた *M. perf.* 或は *B. subt.* の懸濁液 5 cc (乾燥重量 40 mg) を蒸溜水で 20 cc に稀釈しこれに 50% アルコールに溶解した V.K$_3$ の 1 cc (1 mg)及び 5 M のアムモニア 0.1 cc を添加すると恰も菌体の代りにグルタチオンの如き SH 合化物が存在したように数秒後には溶液は淡黄色となつた。V.K$_3$ 溶液をアムモニア性として放置すると時間の経過と共に次第に褐色を帯びるが，上記の条件に於ては数時間を経なければ呈色しないから，この呈色反応は菌体の影響に基くものであろう。然るに *P. aeru.* あるいは *E. coli* はかかる呈色を起さない。故にこの呈色反応は V.K$_3$ の抗菌作用と関係があり，V.K$_3$ によつて生育阻害される菌はその細胞蛋白に V.K$_3$ と作用する活性基を含有するのではなかろうか。

細菌の細胞蛋白に含有されている SH 基の測定は，ヨードアジド法[6] によつてなされているが，前記の *M. perf.* 蒸溜水懸濁液について 10^{-3}M $AgNO_3$ を用いて Amperometric titration を行つても第4図の如く菌体量と $AgNO_3$ 滴定値との間には十分比例関係が保たれている。

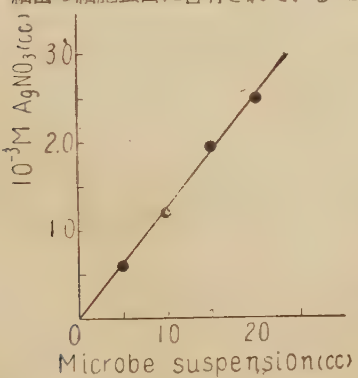


Fig. 4. Amperometric titration of SH-gronp contained in cell.

ここに表われたものが菌体細胞蛋白の SH 基であり．その SH 基が V.K と反応するものならば，菌体懸濁液に V.K を添加すると当然 $AgNO_3$ の滴定値は減少する筈である。

各種の菌体懸濁液 15 cc (乾燥重量 40 mg) に 1mg/cc の V.K$_3$ 50% アルコール溶液 2 cc を添加して室温に放置した場合の菌体細胞蛋白の SH 基の減少を第 1 表に示した。表中の数字は 10^{-3}M $AgNO_3$ の滴定 cc 数である。

この結果から菌体細胞蛋白の SH 基は V.K^3 により作用されることが判明した。

5. 種々の V.K 化合物の SH 基に対する作用力

V.K としては V.K$_3$, V.K$_5$, V.K$_3$-Na-bisulfite, V.K$_3$-oxide, V.K$_3$-diacetate の 5 種の化合物と奥

Table 1. Action of V.K$_3$ on the cell protein of microbes
The numbers are cc of 10^{-3}M $AgNO_3$

Microbe \ Reaction time (min)	0	30	60	90
Micrococcus perflavus	0.68	0.37	0.22	0.15
Bacillus subtilis	0.59	0.28	0.20	0.18
Flavobacterium marinum var.	0.62	0.32	0.21	0.09
Pseudomonas aeruginosa	0.16	0.10	0.10	0.08
Esherichia coli	0.28	0.20	0.15	0.11
Proteus vulgaris	0.20	0.12	0.10	0.09

田法[3]で還元した SH 化合物との反応力を検討した。即ち 5×10^{-3}M の SH 化合物水溶液 1 cc を 13 cc の水で稀釈し，燐酸系緩液（pH 7.0）2 cc 及び V.K 50% アルコール溶液 1 cc を加えて 25°C で反応させた後に残存 SH 化合物を定量した。V.K 化合物の作用力として反応時間内に減少させた SH 化合物量と $V.K_3$ による減少量との比をとり，第2表の結果を得た。

Table 2. Comparative reaction values of V.K-compounds to SH-goup

Vitamin K / SH-compound	$V.K_3$	$V.K_5$	$V.K_3$-Na-bisulfite	$V.K_3$-oxide	V.K-diacetate	Vitamin K(M) / SH Comp.(M)	Reactiom time (Min)	pH
Glutathione	1	1.10	0.62	0.37	0.15	1	60	6.0
L-cysteine-HCl	1	1.00	0.77	0.38	0.08	0.5	20	5.2
Na-thioglycollate	1	1.00	0.55	0.45	0.05	0.5	20	5.4

又 44 mg の乾燥重量に相当する *Micrococcus perflavus* の蒸溜水懸濁液 15 cc に 5×10^{-3}M の V.K 50% アルコール溶液 2 cc を添加して 60 分後の菌体細胞蛋白 SH 基を定量し，第3表の結果を得た。

Table 3. Reaction of vitamin K and sulfhydryl group contained in cell protein

Reaction time : 60 min. pH : 7.0

Vitamin K	$V.K_3$	$V.K_5$	$V.K_3$-Na-bisulfite	$V.K_3$-oxide	$V.K_3$-diaceatae	Cont
10^{-3}M $AgNO_3$ (cc)	0.29	0.24	0.46	0.55	0.66	0.75
Vitamin K/$V.K_3$	1	1.19	0.63	0.43	0.19	—

V.K の抗菌作用が SH 基の阻害に原因するのであるならその SH 基との作用力は抗菌力と比例するであろう。そこで肉汁中に於ける *Bacillus subtilis* 及び *Micrococcus perflavus* に対する生育阻害最小濃度を検討し第4表の結果を得た。

Table 4. Minimal concentration of vitamin K to inhibit the growth of *Bacillus subtilis* and *Micrococcus perflavus* in broth

Vitamin K / Microbe	$V.K_3$ (M)	$V.K_5$ (M)	$V.K_3$-Na-bisulfite (M)	$V.K_3$-oxide (M)	$V.K_3$ diacetate (M)
Bacillus subtilis	5×10^{-5}	4×10^{-5}	7.5×10^{-5}	10×10^{-5}	15×10^{-5}
Micrococcus perflavus	5×10^{-5}	5×10^{-5}	7.5×10^{-5}	12.5×10^{-5}	15×10^{-5}
Vitamin K/$V.K_3$	1	0.90	1.50	2.25	3.00

第2～第4表の比較検討から“V.K の SH 基に対する作用力はその抗菌力に比例する”といえよう。

摘　　要

（1） $V.K_3$ とシスチイン或はグルタチオンとの反応を検討して，両者間の反応はアルカリ性水溶液中のみならず弱酸性水溶液又は肉汁中でも起る事を確めた。

（2） $V.K_3$ によつて生育を阻害される *Micrococcus perflavus* 及び *Bacillus subtilis* ではアムモニア性溶液中に於て $V.K_3$ によつて菌体細胞が白色から黄色に短時間内に変化するが，生育を阻害されない *Pseudomonas aeruginosa* 及び *Escherichia coli* ではこの菌体細胞の色調変化は起らなかつた。

(3) 菌体細胞蛋白に含有されている SH は $V.K_3$ の添加によつて減少した。
(4) V.K の SH 基に対する作用力はその抗菌力に比例した。

終りに終始御指導を賜つた富安行雄先生及び豊水正道氏に心から感謝の意を表する。

文　献

1) 著者等：日水誌（同時投稿）.
2) Y. Okuda：J. Biochem. (Japan) **5**, 217 (1925).
3) F. Okuda：J. Biochem. (Japan) **5**, 201 (1925).
4) I. M Kolthof and Harris：J. Ind. Eng. Chem. **18**, 161 (1946).
5) 秦忠夫：京大食料研報 **2**, 13 (1949).
6) 石井兼央：日細菌 **7**, 103 (1952).

鯨油色素に関する研究—V.
着色度と脂肪皮血液含有量との関係

向　井　克　憲
(浪　速　大　学)

Studies on the Pigments of Whale Oil—V.
Relation between the Blood Content in the Blubbers and the Chromaticity of Oils Obtained from Them

Katsunori MUKAI

In the present work, the oils prepared by wet process, dry process and ether extracting process, from blubbers containing the different amounts of blood were studied on their chromaticity and iron content.

As shown in Tables 1 and 2, it was clear that the chromaticity of oils is higher and the iron content in them is larger with increasing amounts of blood presented in the raw materials.

著者は第4報[1]に於いて，色素中に鉄が存在することを確認し，更に採油原料中にこれと関係ある血液が含有されていることを知つた。

本報では採油原料中の血液量と油脂の着色度との関係を知るために，特に血液含有量の異る脂肪皮を選んで，煮取法，煎取法及び浸出法等で採油を行い，これら油脂の色度を測定すると同時に，油脂中の鉄を定量し，同時にこれら採取せる油脂の理化学的性質を比較したので玆に報告する。

実 験 及 び 結 果

試料の調製；　長須鯨脂肪皮の血液含有量を異にする3個体を選び，黒皮を除去し細断して試料とした。

試料の性状は第Ⅰ表の如くである。尚便宜上採油原料中の血液含有量の多少を，脂肪皮の色調と黄血塩比色法に依る鉄の含有量で表わした。

採油方法；　煮取法，煎取法及び浸出法を行つた。これらの実施要領は次の如くである。

煮取法*　一各試料の 1kg に対して，水 1kg を使用し，器物からの鉄の混入を防止するために琺瑯引の容器に入れ，5気圧で3時間処理した。この処理によつて脂肪皮は完全に溶解され，上部から油，夾雑物，水の3戸に分離した。この分離した油戸を分別し芒硝で脱水した。採油量は夫々約 55 %であつた。

煎取法**　一各試料 1kg を器物からの鉄の混入を防止するため，径 30cm の蒸発皿に入れ，品温 130°C 以下で煎取し，煎皮を銅網上に静置して，可及的油脂を滴下せしめ，先に煎取した油脂に合した。採油量は

1954 年 1 月 21 日受理

* この方法は鯨油採取に広く一般的に行われているものであり，捕鯨母船の採油工場で行われている。Hartmann boiler 及び Kvaerner boiler 法もこれに属する。

** この方法は煮取法に比して小規模のものであり，陸上捕鯨根拠地の採油工場で一般に行われ，普通平釜で原料を煎つて採油を行つている。

夫々約 48 % であつた。

浸出法*** 一各試料 500 g を大型 Soxhlet 抽出器でエーテル抽出を行つた。採油量は夫々約 58 % であつた。

Table 1 に示した A. B. C 各試料から上記の煮取法，煎取法及び浸出法の異る3つの方法で採油し，その色度及び鉄含有量を夫々第3報[2)] 及び第4報に述べたと同じ方法で測定した結果を表にすれば第2表の如くである。

而してこれら油脂の性状を表にすれば第3表の如くである。

油脂の着色度及び鉄含有量は，Table 2 に示す様に同一方法で採油されたものでは，何れも血液含有量の最も多い試料Cからのものが最も高く，次にB，Aの順に低くなつている。同一試料で採油法が異る場合には，一，二の例外を除き煎取法のものが最も高く，次に煮取法，浸出法の順に低くなつている。

Tabel 1. The blood content of blubbers represented by color of their appearance and iron content of them

Mark	Color	Iron mg %
A	Light yellow	1.0
B	Light pink	2.5
C	Red	5.1

Table 2. The blood content of blubbers in relation to the chromaticity and iron content of the oils prepared from them.

Method of preparation	Wet process			Dry process			Extracting process		
Sample	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Chromaticity	5°	14°	30°	13°	35°	59°	5°	6°	7°
Iron mg. %	0.25	0.37	0.53	0.26	0.33	0.42	0.12	0.15	0.19

Table 3. Characteristics of oils prepared by three different ways from blubbers containing different amounts of blood.

Method of preparation	Sample	Acid value	Sapon. value	Iodine value (WIJS)	Sp. gr. d_{15}^{15}	Sp. viscosity (OSTWALD) at 50°C
Wet process	A	5.0	201	107	0.9291	32.0
	B	8.3	198	109	0.9254	31.5
	C	10.0	182	114	0.9213	30.2
Dry process	A	2.6	210	108	0.9234	31.9
	B	3.2	198	109	0.9227	31.4
	C	4.4	186	111	0.9216	30.2
Extracting process	A	3.3	188	107	0.9185	32.2
	B	2.9	187	108	0.9180	31.6
	C	2.0	185	109	0.9179	31.4

又採取せる油脂の色度と鉄含有量との関係を見ると，採油法が等しい場合には色度の高いもの程鉄含有量が多いが，採油法が異る場合には，煮取法のものは，煎取法，浸出法のものに比して鉄の含有率が著しく高い割合に色度は低い。

*** この方法は鯨油の工業的採取には一般には行われていないが，煮取法及び煎取法の参照のために行つた。

採取せる油脂の性状は Table 3 に示す如く，煮取法と煎取法によつて得られた油では，鹼化価，比重，比粘度は血液含有量の最も少い試料Aからのものが最も高く，次に B，C の順に低くなり，酸価，沃素価は逆に血液含有量の最も多い試料Cからのものが高く，次に B，A の順に低くなつており，浸出法で採油されたものでは酸価，鹼化価，比重及び比粘度はAからのものが最も高く，B，C の順に低くなり，沃素価のみはこれと逆にCからのものが最も高く，次に B，A の順に低くなつている。

結果の考察

以上述べたところを綜合すれば，血液含有量を異にする脂肪皮から採油した油脂は着色度及び鉄含有量を異にするらしいことが判るが，その原因は脂肪皮に含有されている血液が採油処理によつて分解され，その鉄の一部が油脂に作用するためであろうと考えられる。然し乍ら，鉄のみが油脂の着色因子ではなくて，血液分解物中には鉄以外にも油脂の着色因子となるものがあると思われるので，この点については更に追試する予定である。

摘要

脂肪皮の血液含有量と採取した油脂の色度及び鉄含有量とは関係があり，原料の血液含有量の多いゝもの程，油脂の色度が高く，鉄含有量も多い。

終りに本研究に際し，御指導賜つた浪速大学岩狭与三郎教授，御助言を賜つた東京水産大学野中順三九助教授，実験に御助力頂いた浪速大学井上良雄，橋本五郎，太田合子の諸氏，並に実験材料を賜つた神戸中央市場藤井熊一氏，採油について御教示賜つた図南丸事業部各位に対して深謝する。

文献

1) 向井克憲; 日水会誌 **20**, 136～139.(1954).
2) 向井五三; 日水会誌 **19**, 912～915.(1953).

鯨油色素に関する研究—VI.
着色度と脂肪皮血液含有量及びその鮮度との関係

向 井 克 憲
（浪速大学）

Studies on the Pigments of Whale Oil—VI.
The Blood Content and Freshness of Blubbers in Relation to the Chromaticity of Oils Obtained from Them

KATSUNORI MUKAI

In the present work the author studied the blood content and freshness of blubbers in relation to the chromaticity of oils obtained from them and made the following conclusions.

As the chromaticity of oils is increased with the lowering of the freshness and the increasing of the blood content of the blubbers used as raw materials, the blubbers as fresh and blood less as possible must be used in order to obtain light color whale oils.

著者は第5報[1]に於いて，脂肪皮に含有されている血液量と採取した油脂の着色度及び鉄含有量とが関係あることを知つた。

本報告では採油原料中の血液含有量及びその鮮度と採取せる油脂の着色度及び鉄含有量との関係を知るために，血液含有量の異る脂肪皮を 25°C で一定時間放置して鮮度を低下せしめ，この様にして得られたアンモニア含量の異る脂肪皮を煮取法で採油し，採取せる油脂の色度及び鉄含有量を定量し，同時に採取せる油脂の理化学的性質を比較したのでその結果を報告する。

実験及び結果

試料の調製：長須鯨脂肪皮の血液含有量を異にする3個体を選び，黒皮を除去したものを細断して試料とした。試料の性状は第1表の如くである。尚脂肪皮の血液含有量の多少は，第5報に述べたと同じ様に，脂肪皮の色調と鉄の含有量で表わした。

Table 1. The blood content of blubbers represented by color of their appearance and iron content of them

Mark	Color	Iron mg%
A	Light yellow	1.8
B	Light pink	3.5
C	Red	6.1

表に示したこれら A, B, C の3試料について，以下の実験を行つた。

1) 脂肪皮血液含有量とアンモニア生成量との関係

血液含有量を異にする脂肪皮の鮮度低下に伴うアンモニア生成量を知るために，試料 A, B, C を 25°C の恒温で 10 日及び 20 日間放置して．各〻アンモニア含有量を定量した。結果は第2表の如くである。尚アンモニアの定量は，

1954 年 1 月 21 日受理

25°C で空気通過法により発生するアンモニアを硫酸に導きアルカリで滴定した。

Table 2. Increase of ammonia in the blubbers during storage at 25°C

NH_3 mg% in sample \ Days	0	10	20
A	0	211	383
B	34	316	422
C	67	421	462

表に示す如くアンモニア生成量は血液含有量の最も多い試料 C が最も多く，次いで B, A の順に少くなつている。

2) 脂肪皮の血液含有量及びその鮮度が採取せる油脂の色度及び鉄含有量に及ぼす影響。

Table 2 に示したアンモニア量の異る 9 種類の脂肪皮各 100 g に対して，水 100 g を使用し，第 5 報に述べたと同じ方法で煮取法で採油し，油脂の色度を測定すると同時に鉄含有量を定量した。結果は第 3 表の如くである。尚色度は第 3 報[2]，鉄含有量は第 4 報[3] に述べたと同じ方法で測定した。

Table 3 The amounts of ammonia in blubbers in relation to the chromaticity and iron content of oils prepared from them

		A			B			C		
Blubber	Mark	A			B			C		
	NH_3 mg%	0	211	383	34	316	422	67	431	462
Oil	Chromaticity	9°	20°	32°	17°	47°	68°	34°	88°	120°
	Iron mg%	0.31	0.45	0.55	0.41	0.63	0.65	0.57	0.68	0.74

而してこれら各油脂の性状を表示すれば第 4 表の如くである。

Table 4. Physical and chemical properties of oils obtained from blubbers containing different amounts of ammonia

Blubbers		Characteristics of the oils				
Mark	NH_3 mg%	Acid value	Sapon. value	Iodine value (WIJS)	Sp. gr. d_{15}^{15}	Sp. viscosity (OSTWALD) at 50°C
A	0	6.5	200	108	0.9273	31.8
	211	4.9	204	106	0.9283	32.9
	383	4.6	207	105	0.9298	34.8
B	34	9.1	188	112	0.9247	30.9
	316	7.7	189	110	0.9256	31.2
	422	6.9	192	109	0.9271	30.7
C	67	12.0	177	123	0.9203	29.7
	431	10.9	180	120	0.9215	30.1
	462	9.7	186	118	0.9254	30.6

Table 3 から脂肪皮のアンモニア含有量と油脂の色度及び鉄含有量との関係を，A, B, C 個々について見ればアンモニア含有量の多いもの程，即ち鮮度の低下した試料から採取せる油脂程その色度は高く，鉄含有量も多いが，試料全般について見ると，アンモニア含有量の多いもの必ずしも油脂の色度は高くなく，鉄含有量も必ずしも多くはない。

例えば試料 A のアンモニア 383 mg%のものから得られた油の色度は 32°，鉄含有量は 0.55 mg%であるが，試料 B のアンモニア 316 mg%のものから得られた油の色度は 47°，鉄含有量は 0.63 mg%である。即ちこれらのことから油脂の色度や鉄含有量は脂肪皮の血液含有量の多少ばかりでなく同時にそれらの鮮度によつても影響されるものと考えられる。

次に Table 4 から脂肪のアンモニア含有量と採取せる油脂の理化学的性質の関係を試料 A,B,C の個々について見れば，アンモニア含有量の多いものから得られた油程酸価，沃素価は小さく，鹸化価，比重，比粘度は大きくなつているが，試料全般に渡つて比較すればアンモニア含有量と採取せる油脂の理化学的性質の間には必ずしもこの様な関係は成立しない。例えば試料 A のアンモニア 383 mg% のものから得られた油の酸価は 4.6，沃素価は 105 であるが，試料 B のアンモニア 422 mg%のものから得られた油の酸価は 6.9、沃素価は 109 であり，試料 C のアンモニア 67 mg% のものから得られた油の酸価は 12.0，沃素価は 123 である。

結果の考察

先に油脂の着色について大谷，野中[4] は蛋白質の存在によつて起ると報じ，小幡等[5] は Trimethyl amine が着色の因子となると述べ，又野中，水野[6] は揮発性窒素化合物が主な原因であると報告している。

著者の実験結果によれば，脂肪皮の血液含有量の多少及びそのものゝ鮮度が油脂の着色及び鉄含有量に関係を有するから，油脂の着色にアンモニアが作用することは明かであろうが，その他に鉄の存在する事が認められるから血液中の鉄を含む Hemochromogen の Porphyrin 核が採油処理によつて開裂し，その開裂物の一部が油脂に移行して着色因子になるのではないかと考えられる。若し然りとすれば脂肪皮の鮮度低下はこれら Porphyrin 核の開裂を一層容易にするのではあるまいか，又 Otto[7] の述べた油脂の着色因子となる窒素化合物の窒素は或は Porphyrin 核の開裂に依つて生じた Pyrrole 環の窒素ではあるまいか。

脂肪皮血液含有量の差異及び鮮度の異るものから採取せる油脂の酸価，沃素価，鹸化価，比重及び比粘度が異る原因は目下の処説明困難である。

寺岡，前田[8] によれば鯨油原料は現在主として鯨皮，鯨肉及び臓物等が用いられているが，この実験結果から淡色の油脂を得るためには血液含有量が少く，且つ鮮度の良いものを使用することが必要であろうと思われる。

摘　　要

1)　脂肪皮を貯蔵すれば血液含有量の多いもの程，多量のアンモニアを発生する。
2)　脂肪皮の血液含有量が多く，その鮮度が低い程採取せる油脂の色度は高く，同時に鉄含有量は多い。
3)　脂肪皮の血液含有量及びその鮮度が異れば，採取せる油脂の理化学的性質も又異る。

終りに本研究に際し御指導賜つた浪速大学岩狭与三郎教授，御助言を賜つた東京水産大学野中順三九助教授，実験に御助力頂いた浪速大学井上良雄，梶本五郎，太田合子の諸氏並に実験材料を賜つた神戸中央市場藤井熊一氏に対して深謝する。

文　　献

1)　向井克憲：日水会誌，(印刷中).
2)　向井五三：日水会誌，**19**，912～915 (1953).
3)　向井克憲：日水会誌，**20**，136～139 (1954).
4)　大谷武夫，野中順三九：日水会誌，**7**，27 (1938).

5) 小幡彌太郎，星勝之助，松浦宏一：日水会誌，**15**，412 (1949).
小幡彌太郎，五十嵐久尙，座間宏一，成田重德：日水会誌，**17**，349 (1951).
6) 野中順三九，水野太郎：日水会誌，**14**，105 (1948).
7) Otto B.,: Z. Untereuch. Lebeusm., **73**, 74 (1937).
8) 前田敬治郎，寺岡義郎："捕鯨"学術図書東京 (1952), pp. 170.

放射線による食品の防腐（豫報）
γ-線による食品の防腐

岡田郁之助・小坂部勇・菊池武昭・福島　清
（東京水産大学）
山　下　久　雄
（慶応大学医学部）
赤塚　盛・金田義武・渡辺　渉
（二幸研究所）

Experiment on the Antisepsis of Foods by Radioactive Rays
Preliminary Report—Preservation of Foods by Gamma Radiation

I. Okada, I. Osakabe, T. Kikuchi, K. Fukushima
H. Yamashita, M. Akatsuka, Y. Kaneda and W. Watanabe

Studies have been made on the effects of gamma radiation on microorganisms and the preservative effects on foodstuffs were reported by L. E. Brownell and his co-workers. But in Japan, there is no experiment on the sterilization of foods by gamma rays. So we tried the effects of γ-radiation on "Kamaboko" (a kind of fish cakes and one of the most perishable of foodstuffs) using cobalt-60 as a source of γ-rays.

First of all, the sample "Kamaboko" was cut to about 2.5 cm. square, 1.5 cm. in thickness, and strictly sealed in order to irradiate and to prevent the re-entery by other microorganisms. The cut sample was enclosed in vacuum, with airtight polyethylene bag (or vinyl-chloride bag) and successively resealed in vacuum with another airtight polyethylene bag (or vinyl-chloride bag), and irradiated with Co^{60} source a definite interval, and definite distance from the source, at room temperature 10°±2°C.

Particularly, the other sample was covered with tin-leaf and enclosed with airtight polyethylene bag in the same manner as above mentioned.

Radiation with 3 mc—Co^{60}, the poor results were obtained, but with 21 curie—Co^{60} irradiated "Kamaboko" was maintained in good fresh conditions (colors, appearance, smells, pH value and acidity) for 7 day incubation at 25±0.5°C and after storage for 12 days at room temperature.

When the sample "Kamaboko" was covered with tin-leaf and enclosed with airtight polyethylene bag, the preservative effects of gamma-radiation was greatly accelerated.

These results were shown in tables and figures in text mentioned belows.

I 緒　　言

Super-voltage cathode rays による食品の殺菌保蔵，及び微生物に対する影響等に関しては Dunn[1], Pro-

1954 年 5 月 19 日受理（印刷費負担）

CTOR 等を初め多くの人々により報告されているが，放射性同位元素（Radioactive isotope）より放射する放射能による食品の保蔵殺菌効果等に関してはミシガン大学の BROWNELL 等の発表があるのみであり、実験法その他色々の点で，全く不明である。我国に於ては勿論，これに関する研究報告は全然ないのみならず，幾多の究明すべき事項が山積している現状である。今後原子力の平和的利用は加速度的に進み，それにつれて，各国には数多くの原子炉が設置される結果として，当然副産物或は廃棄物として，極めて莫大な量の放射性同位元素の生ずることは必至の状勢である。

以上の理由よりして我々は放射性同位元素の放射する放射線により食品の保蔵、殺菌，並びに食品の栄養素に及す影響等については勿論，その他の基礎的研究を行ふ必要を痛感し，1953 年 9 月より予備実験を行つた。照射源（Radioactive source）として使用した放射性同位元素は α 線 β 線 γ 線の中で最も強力な透過力を有する γ 線を放射し，半減期も比較的長く（5年4ケ月），割合安価に入手し易い Co^{60}_{27} を使用して，その γ 線による食品の保蔵効果について研究した。この研究には被照射試料として加糖蒲鉾と加糖鳴門を使用して，pH 価，酸度及臭等について試験観察を行つた。試料を Polyethylene bag（又は塩化ビニール袋）で二重に包み二重に含気密封した場合，二重に包み二重に真空密封した場合と別に，最初錫箔で試料を包み後二重に前記同様に真空密封した場合についても行つた。錫箔で試料を最初に包んだのは γ 線による錫箔よりの二次線の強力な殺菌作用とその効果を期待した為であり，実験結果より明かな如く，この二次線利用は殺菌保蔵効果の大なることが証明された。即ち錫箔で包まぬものよりも極めて効果のあることが判つた。

II 実　　験

Radiation source として使用した放射性同位元素は前述の如く Co^{60}_{27} で，そのキュリー数は 3 mc と 21 c の二つである。被照射供試料は加糖蒲鉾を主とし，別に加糖鳴門も用いた。試料の調製は 3 mc で照射した場合は，まず蒲鉾を厚さ 0.5 cm 幅 2.5 cm 平方に切断した（Co^{60}—3 mc を入れてある鉛容器の構造と γ 線の直進の原理よりしてこれ以上大型のものを照射することが出来なかつた）次にこれを塩化ビニール袋（厚さ 9/100 mm，二幸パック用）に二重に含気密封したものと 別に 真空脱気密封したものとの二つの場合の試料を準備した。次にこの試料は 3mc の線源より 8cm の距離で，照射時間を 30 分，60 分，4，6，24時間の各時間の間，室温（平均 15°C）で照射した。照射を終つた試料は常法により 25±0.5°C の恒温器に所定の時間放置後，その pH，酸度，臭等の変化について試験した。

pH は Beckman のガラス電極を使用し，酸度は N/28 NaOH Sol. を使用し試料 10 gr. に対する所要 N/28 NaOH の数で表し，臭や外観等は五感による官能検査によつた。

21 c の Co^{60}_{27} は慶応病院の地下室に設備されてあるコバルト 60 室，患者照射用の装置で，これを主として夜間又は日曜祭日等の昼夜間を極力利用して照射した。即ち普通の日は午後の 3 時半頃より照射を初め翌朝の 8 時半頃迄照射し，土曜から日曜にかけては土曜日の午後 3 時半頃より照射を初め日曜日を通して月曜日の午前 3 時半迄連続照射した，又年末は 30 日より 5 日間連続照射することが出来た。21 c の場合の試料の調製は蒲鉾を厚さ約 1.5 cm 縦横各々 2.5 cm の角型に切り，まずこれを錫箔にて全面を包み然る後厚さ 4/100 mm の Polyethylene bag で包み密封——脱気——密封したものを更に Polyethylene bag で包み再び同様に，密封——脱気——密封して二重に密封することより細菌の再侵入を防止する萬全の操作を行つた。別に錫箔に包まない点のみが異る試料をも調製準備した。

以上のようにして準備調製した試料は第一図に示す照射装置と照射方法により照射時間と照射源よりの距離とを変えて実験を行つた。照射室の室温は地下室のために温度の変化が少く 12 月より 1 月中は平均 10°C 位であり，この実験の場合の照射室の温度は 8°～12°C の温度範囲であつた。照射の終つた試料は常法により 25±0.5°C の恒温器に入れて所定の時間放置後，その pH，酸度及び臭等の変化について試験した。Fig. 1 の照射設備より判る如く（日本の病院等に於ける照射筒は殆んどこれと同一である）線源に近い程，照

射出来る個数と量は制限さて少くならざるを得ない。これは前述の如く設備上より来る不可抗力的制約と放射線の直進の原理よりして当然の事である。それで線源に近い試料（例えばA点やB点）のデーターを沢山とるに多くの日数と手数を要した。

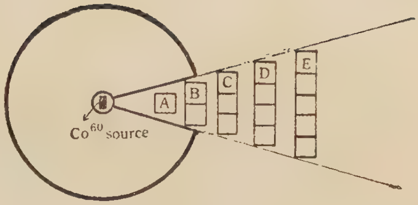


Fig. 1 Diagram showing the exposure set up using 21 curie Cobalt—60 source.

Distance from the Co^{60}—21 curie source to

sample A············12～15 cm

〃 B············15～18

〃 C············18～21

〃 D············21～24

〃 E············24～27

Ⅲ 実験結果

第1表，第2表に示す如く，3 mc による照射の場合は線源よりの距離 8 cm 照射室温平均 15°C に於て照射時間 30 分の場合は勿論，24 時間照射するも殺菌効果は認められず，Control と同様に変化と腐敗が進行した。これに反して 21 c の場合に第3表，第4表，及び第5表に示す如く照射室温平均 10°C に於て，照射時間の長い程，又照射距離の短かい程殺菌効果のある事が認められる。

Table 1. Effects of gamma-radiation on "Kamaboko" sealed in vinyl-chloride bag in vacuum. Radiation source Co^{60}—3 mc., distance from the source to the sample 8 cm., incubation temperature 25±0.5°C

Exposure time (hr)	Incubation time (hr) / pH, Acidity, Odor	0	24	48	72	96	120	144
0 (control)	pH Acidity Odor	7.32 0.87 −	6.55 1.82 −		6.20 3.55 ±		5.60 9.63 ++	
0.5	〃	7.32 0.87 −	6.70 1.16 −		6.19 3.36 ±		5.83 7.53 ++	
1.0	〃	7.32 0.87 −	6.85 1.05 −		6.29 3.36 ±		5.63 8.31 ++	
0 (control)	pH Acidity Odor	6.62 1.23 −		5.52 7.50 +		5.21 9.03 ++		5.05 10.47 +++
4	〃	6.62 1.23 −		5.57 7.25 +		5.28 8.84 ++		5.10 10.37 +++
16	〃	6.62 1.23 −		5.88 7.18 +		5.46 8.06 ++		5.33 9.86 +++

Table 2. Effects of gamma-radiation on "Kamaboko" sealed in vinyl-chloride bag. Radiation source Co^{60}—3mc, distance from the radiation on source to the sample 8 cm., incubation temperature 25±0.5°C

Exposure time (hr)	Incubation time (hr) / pH, Acidity, Odor	0	24	72	120
0 (control)	pH Acidity Odor	7.23 0.87 −	6.62 1.14 −	6.00 6.74 +	5.80 8.24 ++
0.5	〃	7.23 0.87 −	6.68 1.12 −	5.87 6.86 +	5.80 7.51 ++

1.0	″	7.23 0.87 —	6.55 1.55 ±	6.05 6.29 +	5.95 7.38 ++

Table 3. Effects of gamma-radiation on "Kamaboko" sealed in polyethylene bag in vacuum. Radiation source Co^{60}—21 c, exposure times 17.5 hr., incubation temp. 25±0.5°C

Sample	pH / Acidity / Odor \ Incubation time (hr)	0	120	168
control	pH Acidity Odor	7.10 0.95 —	5.26 10.36 +	4.35 30.15 [illegible]
A	″	7.10 0.95 —	6.50 2.64 ±	6.10 3.78 +
C	″	7.10 0.95 —	5.65 9.18 +	4.51 28.15 +++
C (Sn-leaf)	″	7.10 0.95 —	6.15 4.15 ±	5.66 7.65 ++
D	″	7.10 0.95 —	5.15 12.48 ++	4.51 27.01 +++
D (Sn-leaf)	″	7.10 0.95 —	5.96 4.50 ±	5.43 9.30 ++

Table 4. Effects of gamma-raddiation on "Kamaboko" sealed in polyethylene bag in vacuum. Radiation source Co^{60}—21 c, exposure time 40 hr.; incubation temp. 25±0.5°C

Sample	pH / Acidity / Odor \ Incubation time (hr)	0	72	120
Control	pH Acidity Odor	7.13 0.82 —	5.10 12.68 ++	4.75 20.18 +++
A	″	7.13 0.82 —	7.13 0.93 —	6.75 2.14 —
C	″	7.13 0.82 —	6.36 3.20 —	5.81 4.03 +
C (Sn-leaf)	″	7.13 0.82 —	6.83 1.65 —	6.64 2.37 ±?
D	″	7.13 0.82 —	6.15 3.58 —	5.38 9.45 ±
D (Sn-leaf)	″	7.13 0.82 —	6.75 2.29 —	5.65 8.51 +
E	″	7.13 0.82 —	6.10 3.35 ±	5.20 10.89 ++

E (Sn-leaf)	〃	7.13 0.82 —	6.75 1.68 —	6.00 3.41 ±

Table 5. Effects of gamma-radiation on Naruto* seald in polyethylene bag in vacuum. Radiation source Co^{60} 21 c, exposurce time 120 hr., incubation temp. 25±0.5°C

Sample	pH / Acidity / Odor \ Incubation time (day)	0	3	7	19**
Control	pH Acidity Odor	7.61 0.76 —	6.24 3.60 ±	5.80 4.52 卌	
A	〃	7.61 0.76 —	7.32 0.90 —	7.35 0.83 —	6.78 —
B	〃	7.61 0.76 —	7.35 1.05 —	7.31 1.22 —	
B (Sn-leaf)	〃	7.61 0.76 —		7.28 1.48 —	7.50 —

* a kind of "Kamaboko"
** 7 days……incubation
12 days……at room temp.

錫箔にて試料を最初に包んだ場合は二次線の殺菌作用により錫箔で包まない場合に比して一般に保蔵，殺菌効果が大であることが実験結果より判つた。17.5時間照射や40時間照射の場合はA，Bの如く線源よりの距離の短いものは保蔵効果が相当認められる(特に錫箔に包んだ場合にその効果が大である)が C，D，E，Fと距離が大となるにつれて効果が減じている。鳴門を120時間照射した場合はいずれも殺菌効果が認められ，Bの位置でしかも錫箔で包んだ試料Bの如きは7日間の incubate と室温に 12 日間，放置後（照射日数5日間，incubate 7日間，室温放置 12 日間，計 24 日間）に於ても何等の変化も認められず鮮度は良好であつた。

Ⅳ. 考　　察

以上の実験結果より，γ 線による食品の殺菌は可能であるが，実験結果より明かな如く 3mc の如きキュリー数の少い場合はその効果を期待することは全く不可能である。これに反して 21c の場合はその殺菌効果を認めることが出来た。即ち殺菌にはキュリー数の大なる程，又線源よりの距離が短い程，且つ照射時間の永い程効果が大であることが判つた。それは放射能特にγ線の強さは線源よりの距離の二乗に逆比的に減少することよりしてもうなずかれる事である。勿論 21c の場合は上記の条件で上記の如き効果を生じたのであるからして 1000 キュリー或は 10万 キュリーの如き極めて大きな照射源を以て行う場合も同様な時間的，距離的関係に支配されるかは断定出来ない。要は以上の実験に於て線源よりの距離の短いものは例外無く変化がないか，又は変化が少い点より放射能による殺菌保蔵は，線源の量，線源よりの距離，照射時間，及びその他の色々の条件の相関々係にあると云える。

今度の実験より考察するに被照射食品の種類により各々異ることは勿論であるが，単に貯蔵期間の延長例えば，Pasteurization 程度の如き場合は比較的小さな Radiation source でよいかもしれぬが Sterilization の如き場合は我々の考えてゐるよりも，はるかに大きな Radiation source を必要とすると考えられる。この事は鳴門Bの位置（15～18 cm，平均 16 cm の線源距離）で錫箔で包み 120 時間照射したものが約24日

間何等の異状と変化も認められなかつた点より想像出来ることである。即ちその被照射鳴門に照射された総線量は大体次の如くである。

1時間当り…………$1.1\times 21\times (100/16)^2 \fallingdotseq 924$ roentgen/0.16m/H

120時間では…………$924\times 120 \fallingdotseq 110,880$ roentgen

但し，Co^{60}_{27}—1c を 1.1r/m/H とす（原子炉より出来た当初は，約 1.3r/m/H であるが本実験に使用したものは大体1ケ年位経過したものであるから 1.1r/m/H として計算した）

即ち錫箔で包んだ鳴門Bは真空密封の状態で，室温平均 10°C で，線源よりの 16 cm 距離にて 120 時間中の総照射線量 110,880r にて 24 日間も何等の異状も認めない程度に殺菌効果のあつたことが判る。

γ 線による食品の殺菌の場合に照射方法，照射技術等について，尚一層の研究と注意が必要である。その理由は放射線 α，β，及 γ 線はいずれも直線的に進行するが故に，必ずその直進路に被照射物を置かねばならず，少しでもその進路よりずれている部分は照射されず何等の殺菌作用がないからであり，且つ又 α，β，及び γ 線は各々その飛程距離と透過力を異にするからでもある。例えば，γ 線でもその電子ボルトの異るにつれ浸透力と作用に差異を生ずるものである。食品の放射線による殺菌の場合に，包装容器の種類，厚さ等，によつてその効果は異つて来ることは，当然であり，亦試料食品の厚さもその殺菌効果と密接な関係があるが故に研究を要する点と考えられる。

本実験で特に強調する点は γ 線は錫箔で包んだ食品でも，その内部まで深く浸透，透過するがこの γ 線は β 線より殺菌力は弱いものであるそれで錫箔で包むことにより γ 線による二次線（β 線に相当する粒子）が錫箔より生ずるため一層強力な殺菌効果を期待することが出来る原理であるので，この実験を行い上記に示す如き好結果を得た事はこの想像と手段が，この原理と一致したことを実証するものである。この γ 線照射とその二次線利用による方法が食品のみならず，薬品類や抗性物質の殺菌等にも利用出来るであろう。勿論この場合錫箔が好いか又はアルミ箔が好いか或は他の金属箔が効果的かについては，今後の研究にまたねばならない点で目下実験中である。

尚本研究に於て，食品放射線臭（Radiation odor）が生ずるか否かについて官能により試験した結果，蒲鉾と鳴門に於ては何等の放射線臭もみとめられず，且つ着色することもなく，亦鳴門の着色々素の変化も認められなかつた。然し我々の使用した γ 線源の Co^{60} は米国のそれに比して極めてキュリー数が少いが故に（この点に関しては興味ある問題であるので目下，果実野菜及び鮮肉については実験中である）未だ断定を下すことは勿論出来ないことである。

本実験に於て被照射食品自体に放射能を帯びたりするが如きことは，勿論なかつた。これ等についてはキュリー数の増加や包装容器（特に金属容器やプラスチック，その他の包装密封容器）並びに線源の種類の如何によつては如何なる現象や変化が生ずるかについても研究中であり，又食品のビタミン類や栄養素に及す放射能の作用と影響等に関しても目下実験中であるので近く報告する予定である。

放射能による細菌の死滅機構や食品の殺菌原理に関しては Ionizing theory や Target theory 等があるが未だ根本原理は不明であり，この方面の研究も必要であることが痛感された。

本研究は我国では初めてであり，又キュリー数も今迄と格段の差のある大量であり又強力な γ 線を放射する Co^{60} であるので実験方法，その他について最初は非常に不明の点が多かつたので不備な点のあつたことはいなめない，又実験者に対する γ 線障害を最少限にとめるため，休養，交代等を行わざるを得ず従つて研究者の数も増して行つた。その健康管理についても慶応大学病院の方々の御協力により行つている。

V. 要　　約

Co^{60}_{27} の γ 線照射による食品の殺菌効果について研究した。

（1） 3mc の Co^{60} では 24 時間照射するも殺菌効果は全然認められない。

（2） 21 c の Co^{60} で照射した場合は線源よりの距離が短い程，又照射時間の長い程殺菌効果が認められた。

（3） 試料蒲鉾を最初に錫箔で包みしかる後密封したものは，錫箔で包まぬものに比して殺菌保蔵効果大である。

（4） 錫箔で包んだものが，γ 線照射により殺菌保蔵効果増大するのは二次線（β 線に相当する粒子）の強力な殺菌作用によるものである。

（5） 本実験に使用した Co^{60}—21 c による照射条件と照射時間では蒲鉾等に於ては放射線臭や色の変化は認められなかつた。

（6） 本実験に使用した Co^{60}—21 c と照射条件に於ては照射の結果，食品それ自体に放射能を帯びしめる如きことはなかつた。

（7） 鳴門を 21 c を線源とし，照射室温平均 10°C，線源距離平均 16 cm で 5 日間（120 時間）照射したものは（照射総線量 110,830 r，1 時間当り 924 r）24 日間（5 日間照射，7 日間 incubate，13 日間放置）放置するも何等の変化も認められず殺菌効果大であることが判つた。

終りに臨み，慶応大学病院のコバルト照射装置の使用を許可された医学部長阿部勝馬先生，色々と御援助いただいた医学部山田穰講師，3 mc のコバルト 60 を貸与された新潟医大渡辺博信教授，色々と御援助をいただいた東海区水産研究所大竹技官，並びに実験に助力された東京水産大学々生，鎗田輝，飯塚直，小川洋二の諸氏に深甚の感謝の意を表する次第である。

文　　献

1) C. G. Dunn, W. L. Capbell, H. Fram, and A. Hitchins: *Journ. App. phys.* **19**, 605 (1948).
2) B. E. Proctor, and S. A. Goldblith: *Food Techn.*, **5**, 376 (1951).
3) L. E. Brownell *et al*: *Univ. of Mich., Engineering Res. Inst.*, M 943, P. 60, June 81 (1952).

雑　　録

○北海道支部例会　6 月 12 日於北海道区水研函館支所

1. ホッケ肉の化学的変化　谷川英一・藤井　豊（北大水産）
   - 第 1 報　ホッケ肉一般成分の季節的変化について
   - 第 2 報　ホッケ肉の窒素分布について
   - 第 3 報　ホッケ肉の消化率について
   - 第 4 報　ホッケ肉の自己消化について
   - 第 5 報　ホッケ肉の溶解現象について
   - 第 6 報　ホッケ肉蛋白の分別
   - 第 7 報　分別蛋白の二三の性質
   - 第 8 報　ホッケ肉の熱凝固について
   - 第 9 報　ホッケ肉の膨潤現象について
   - 第10報　ホッケ肉の水和性について
2. 魚肉内結合水に関する研究　秋場　稔（北大水産）
   - 第10報　再び魚肉塩蔵中における結合水量の変化について
   - 第11報　魚類燻製品製造中における結合水量の変化について
3. 自己消化採油時におけるアブラカレイ油の品質に関する一考察　駒木　成・岩垂　亨・三輪勝利（北水研）
4. 採油法についての考察　三輪勝利・岩垂　亨・駒木　茂（北水研）
5. スケトウダラ肝油採油廃液についての一考察　岩垂　亨・駒木　茂・三輪勝利（北水研）
6. イカ肝油，ダークオイル及びフーツのコレステリン分別に就て　小幡彌太郎・保野景典（北水研）
7. 褐藻類のフコーサン胞に就て　安藤芳明（札幌）
8. 津軽十二湖におけるワカサギの食性　川村輝良（北大水産）
9. 北海道産イワシ類食餌調査（その 1）マイワシ　竹内　勇（北水研）
10. 盛漁期におけるスルメイカの食性　新谷久男・大槻俊秋（北水研函館支所）
11. 北海道西岸のソウハチガレイの適性漁獲率に就て　花村宣彦（北水研）

○受理　（〔　〕内は経由した編集顧問の名）

受理番号	期日	著　者	表　題
624	1954～6～3	斎藤　要，横山　彰	海獣インシュリンに関する研究—IV. 〔右田〕
625	〃～〃～4	板沢靖男	カタクチイワシ *Engraulis japonicus*(T. & S.) の脊椎骨の数と形態異常に関する二，三の観察 〔大島〕
626	〃～〃～22	田口喜三郎	既往の資料に基づく北洋産鮭鱒の移動に関する新知見—I. 〔久保〕
627	〃～〃～〃	田口喜三郎，西川喜代志	既往の資料に基づく北洋産鮭鱒の移動に関する新知見—II. 〔久保〕
628	〃～〃～〃	田口喜三郎，西川喜代志	母船式鮭鱒沖取漁場の表面海流と海況（昭和 28 年） 〔久保〕

（以上第 20 巻第 7 号昭和 29 年 11 月頃掲載予定）

714	〃 ～〃～11	岡田　稔，多田節子	魚介肉抽出液の流動複屈折	〔右田〕

（以上印刷費負担速報扱）

○訂　正

巻　号	頁	行	誤	正
第19巻第12号	1131	プレート1	Home-made 1 〃 2	Foreign-made 2 〃 1
			Foreign-made 1 〃 2	Home-made 2 〃 1
第20巻第1号	36	20	ta ene	astacene
〃	37	Table 1 最下段	Petroleumetheir	Petroleum-ether
第20巻第2号	168	下から2行	〔新崎〕	〔大島〕
〃	169	上から2行	〔新崎〕	〔大島〕
〃	〃	上から24行	〔野中〕	〔　〕

○放射線影響調査特別委員会委員推薦に関する報告

日本学術会議内に設けられた放射線影響調査特別委員会の委員3名を本学会から推薦するよう，会員岡田彌一郎氏からの依頼があつたので，5月8日緊急理事会を招集し，3名連記を申合わせ投票を行つた。投票数10票で結局委員として次の氏を推薦することに決定した。

本学会から推薦した放射線影響調査委員会委員

富山哲夫氏　（九州大学）
森　高次郎氏　（東京大学）
岡田郁之助氏　（東京水産大学）

委員候補者得票数　（得票順）

富山哲夫　8票
森　高次郎　6〃
岡田郁之助　5〃
中村広司　5〃
末広恭雄　3〃
辻井　禎　3〃

上記の如く岡田，中村両氏の得票同点のため，更に両氏につき決選投票を行つた結果，岡田氏6票中村氏4票を得，結局富山，森，岡田の3氏に決定した次第である。

○放射線影響調査特別委員会水産班の経過報告

放射線影響調査特別委員会水産班の在任岡田彌一郎氏から，本委員会水産班の経過につき次の通り報告があつた。

5月1日。放射線影響調査特別委員会を開き本委員会の性格，構成，運営等につき協議し次の5班を置くことに決定した。

基礎班，医学班，生物班，水産班，地球物理班.

5月10日。水産班は岡田彌一郎（主任）檜山義夫（副主任）松江吉行，森高次郎，末広恭雄，佐々木忠義，

天野慶之，富山哲夫，岡田郁之助，辻井 禎，中村広司，宇田道隆，須田皖次，三宅泰雄，藤永元作.

5月22日。水産班にて研究調査項目を次の如く決定した。

1. 俊鶻丸及びその他の船による海上及び水揚地に於ける調査研究。
2. (イ) 汚染水産生物の精密検査。(ロ) 水産生物中の放射能の転移の研究。(ハ) 放射能除去方法の研究。(ニ)最大許容量の研究。(ホ)水産生物の放射能への影響。
3. (イ) 放射線による水産食品保存への利用研究。(ロ) 水産生物の生理代謝の鮮明への利用。
4. (イ) 漁船用放射能測定器の研究。(ロ)水産業者に放射能汚染及び除去に対する知識の普及。

6月8日。各研究員より研究費予算を提出（6月20日まで）研究中間報告等。

○昭和29年度学会賞詮衡委員長，副委員長決定

学会賞授与細則に基き，全詮衡委員の間で6月30日を〆切として書面により，本年度の学会賞詮衡委員長と同副委員長の互選を行つたが，内規により最高得票者を委員長に，次位の得票者を副委員長とすることとした結果次の通り決定した。

詮衡委員長　岡田彌一郎氏
同副委員長　岡田郁之助氏

尚は開票は7月6日の理事会の際行つたが全詮衡委員24名の内，回答22票あり，中に2名連記のものが6票あつた。これ等2名連記の票については，前記の1名のみを有効とすることに全員の賛成を得て処理した結果，各委員の得票数は次の如くなつた次第である。

委員得票数（得票順）

岡田彌一郎	5票	橋本芳郎	1票
岡田郁之助	4〃	高山重嶺	1〃
今井丈夫	3〃	土屋靖彦	1〃
末広恭雄	3〃	久保伊津男	1〃
大島幸吉	2〃	寺尾新	1〃

昭和二十九年七月二十日 印刷
昭和二十九年七月二十五日 発行

第二十巻 第三号

本号定価 180 円
（送料別）

編集兼発行者 右田正男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発行所 日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座 東京 59529番

印刷者 加藤松次
印刷所 株式会社 東海書房
発売所 株式会社 東海書房
東京都中野区江古田3の1223
電話 中野(38) 4101